

机器人研发的难点与创新

——国际机器人与自动化大会推介的20种机器人技术

本报记者 常丽君 综合外电

最近在瑞典斯德哥尔摩召开的“国际机器人与自动化大会”(ICRA)向世人展示了该领域最新的设计和创意理念,从飞行运输、环保检测、工业制造到休闲娱乐,形形色色的机器人几乎覆盖了生产生活的各个领域。

不过,外行看热闹,内行看门道。美国电气与电子工程师协会(IEEE)《光谱》杂志从专业角度,介绍了会展中的20种机器人技术,设计重点在于以创新方案解决目前机器人应用中的一些难题,主要集中在控制、传感、驱动、操作、抓握、义肢、人形平衡、外骨骼、飞行取物、人工智能、虚拟现实、组织微型机器人团队等方面。

1.以视觉触须传感来校准制图——仿生触须机器人

对于那些要在现实世界中长时间工作的触觉机器人系统来说,能自动纠错校准是其保持长期稳定的前提。Bellabot就是这类机器人。它像个由许多“眼球”组成的大“复眼”,每个“眼球”伸出一根仿生触须,由电驱动肌肉驱动,通过摄像头提供视觉反馈,还有一个标准的工业机器人操作台。

研究人员给它安装了模拟小脑功能的适应性过滤模型,通过视觉触须传感图来校准操作误差,提高操纵机器人定向运动的精确度。操作容错度或传感阵列损坏都可能造成图像缺陷,Bellabot能通过学习算法不断调整传感图中的缺陷。

2.筋线驱动结构灵活——弹性仿人类脊椎

人类脊椎由韧带、椎间盘和肌肉来保持稳定性,强度高且转动灵活,模仿这样的性能有利于机器人在未知环境中保持机械稳定性。为此,研究人员提出一种基于有机硅和筋线来驱动的连接机制。

这种机制可用作机器人的颈部或躯干,更多集中在颈部。为了验证各项功能,研究人员设计了一个多自由度样机,通过弹性筋线模拟人类颈部运动,有助于将来设计机器人颈椎,还可作为一种测试平台,开发类似机械的控制方案。

3.共同承担重负荷——微型机器人团队

这是个由许多小机器人组成的团队。研究人员提出了一种简单的统计模型,能预测团队的总体最大拉力,估算每个小机器人昆虫与地面互动的功能总和,比如在地面跑或走。

他们通过实验检测了三个团队,一种是以刚毛推进的小爬虫,一种是会慢走和快跑的6脚小昆虫,还有一种通过两个轮子运动的17克重微型多足机器人μ Tug,它们能共同承担重负荷。比如每个μ Tug能在自身限制内运作,6个一组产生的拉力就能超过200牛顿。

4.筋线驱动抓握多种物体——可穿戴聚合物手套

这是一种由聚合物材料制造、筋线驱动的可穿戴机器人手套,目前可套在拇指、食指、中指和手腕上,也叫做外手套体(Exo-Glove Poly)。在设计和制造上,这种外手套体还能根据不同人手的大小做调整,保护使用者不受伤,而且透气性好,能嵌入特氟龙管来装置线路。

它有两个马达,一个在拇指,另一个在食指或中指。研究人员让一个健康志愿者做抓握实验,测试手套的机械性能,通过连接型压力传感器和驱动机制,能抓握不同形状和大小的物体。

5.能与环境互动保持平衡——有腿机器人TORO

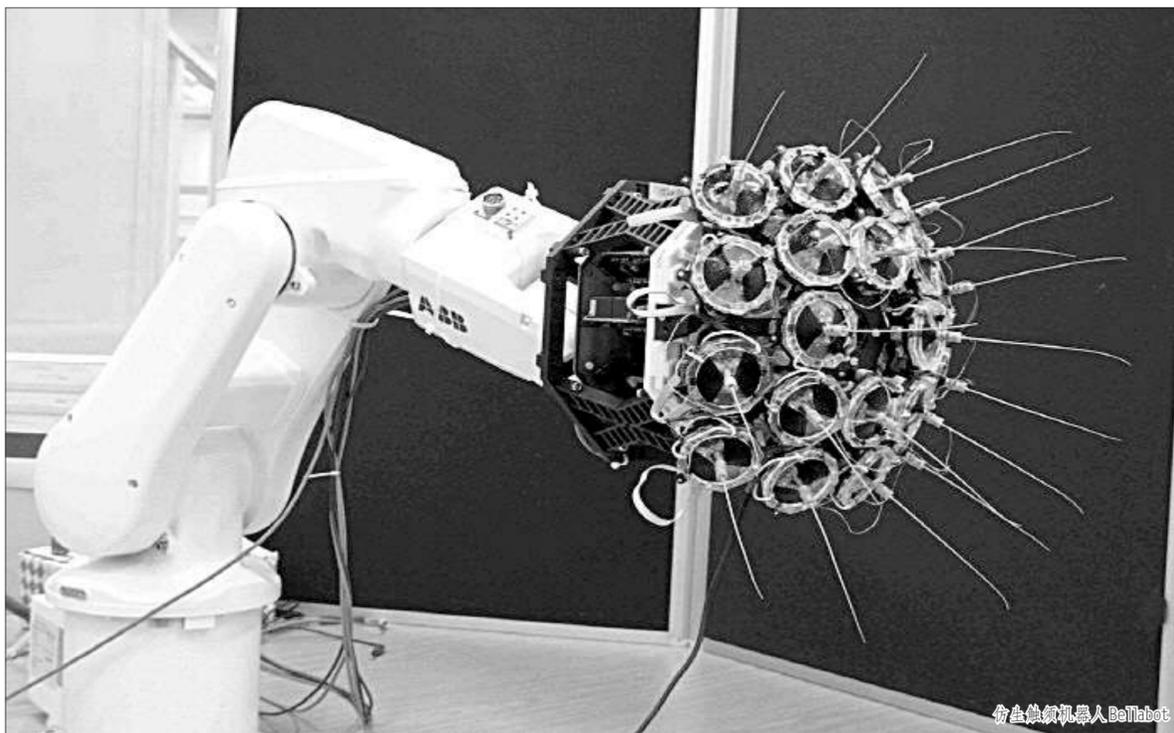
有腿的仿人机器人要能执行多种任务。它们要能与环境互动,遇到外部障碍时能扭转身体,同时还要保持稳定协调的平衡。

为此,研究人员提出一种新的控制方法,把多级别控制和平衡结合。他们在仿人机器人TORO身上模拟了这种方法。为了达到恰当平衡,先把所有的任务力/力矩分配到终端受动器,然后按照任务级别映射到连接空间。

6.多模式飞行取物——带自动吸盘的飞行器

研究人员给这款飞行机器人安装了他们的专利技术——自动紧密吸盘,同时考虑了负载真空泵等因素,解决了多模式飞行取物的难题。利用吸附原理和局部接触力,以被动驱动的方式抓取不同形状的物体。这种自动吸附“抓手”还能用一个或多个吸盘,让飞行器在抓取携带物体方面变得“多才多艺”,比如先抓住一个不放,然后再抓第二个。

研究人员指出,飞行器一般对重量限制非常敏感



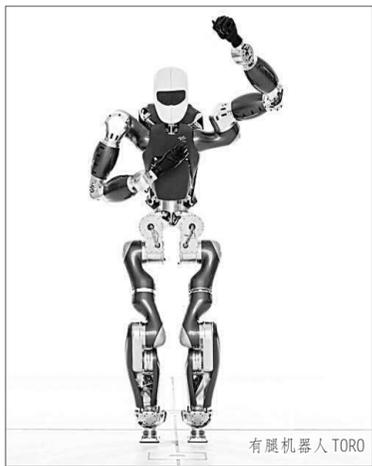
仿生触须机器人Bellabot



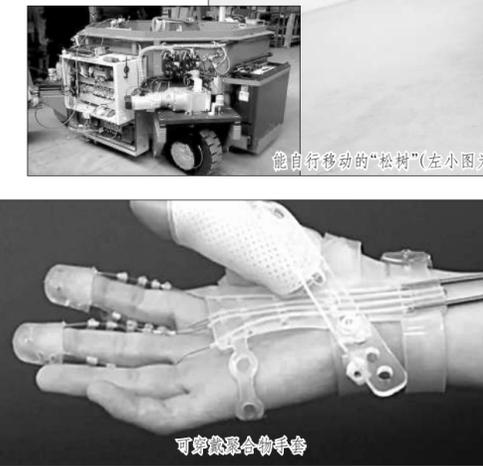
微型多足机器人μ Tug



能自行移动的“松树”(左小图为TransHumUs移动机器人平台)



有腿机器人TORO



可穿戴聚合物手套



能上下盘旋、翻滚自旋的全方位飞行器模型

感,他们用了微泵真空发生器,但这给系统带来了新的挑战。为了克服这些难题,他们测试了吸盘设计有无任何漏缝、驱动力、最大抓握力,还测试了每个“抓手”零件的性能、飞行器把力道传递给吸盘的能力、系统吸附倾斜表面的能力,最后测试了飞行器用多个吸盘抓取多个物体的能力。

7.能自行移动的“松树”——TransHumUs移动机器人平台

TransHumUs出现在最近举行的第56届威尼斯双年展上,是游荡在法国馆和绿堡公园的三棵会动的松树,原意是将树木从其固定的根部释放,展现自由生命的力量。

TransHumUs证明了先进的移动机器人技术还能对当代艺术发展做出贡献。在此次机器人大会上,研究人员从技术角度揭示了如何让松树自由移动。其难点在于设计初始的机器人平台,让树木能根据自身的新陈代谢移动。

8.能还原阴影区隐藏的形状——新型场景工具

用机器人来进行移动绘图时,要生成交互式静态地图会受到临时出现的物体干扰,如过往车辆、行人、自行车等。对此,研究人员的解决方案是利用一系列激光点云,填充移动物体在现场造成的浓密阴影空缺。对于那种资源受限,只允许单向映射绘图的特殊地方,这种场景工具非常有价值。

研究人员利用一种复杂的专业TSDF函数在三

维像素网格中处理激光扫描,然后用总变量(TV)调整因子结合一种专业术语的数据,插入丢失的表面图形。研究人员称,这项技术能填充约20平方米被移动物体掩盖而丢失的面积,重建后误差范围为5.64到9.24厘米。

9.指尖上的类传感器——多手指的集成控制机器人手臂

虽然目前这个机器人手臂只有3根手指,但每个手指能独立运动,极其灵活。研究人员利用装在指尖的类传感器,设计了一种集成控制的机器人手臂,将手指、手和手臂结合成一个控制整体,能用抓取目标给指尖定位,迅速控制整个手臂的位置和姿势。

当手的位置和姿势出错,无法只通过指尖运动控制时,可以通过手臂来调整错误,变得更平衡后跟随指尖抓取目标。这种设计可防止抓取失败的情况,比如抓物体时却把目标碰到一边,或者把物体碰翻在地。控制手臂和手还能纠正几厘米的位置误差,比如放在工作台上的某个物体,其位置相对于机器人手臂是不确定的,可以装上像Kinect那样廉价的光学传感器,只需提供较粗略的图像数据,就能让它抓住目标。

10.逆向运动学加六自由度新设计——灵活如蛇的手持机器人臂

这种手持机器人臂是一种新的6-DoF(六自由度)电缆驱动任务操作杆。利用一对结合的筋腱,让机器人臂的运动模式基本实现了最优化,拥有最大的速度和最大的空间配置,同时减小了手臂的总体质量。

逆向运动学方案是把6-DoF问题分成了2个3-DoF问题,逐级分解再把结果合并,展示的机器人臂有一个关节是冗余的,其实是一种5-DoF方案。这种空间挖掘式设计最终使整体结构强度最大,而连接关节质量最小。这种设计还能改善非手持式筋腱操作杆,把每个自由度所需的驱动器减少到1个。它可用于环路控制,帮机器人更容易接近目标。

11.轻质低能耗控制板和弹簧驱动器——最舒适的外骨骼

在外骨骼设备中,控制板能提高弹簧或驱动器的性能。研究人员设计了一种质量轻、耗电少的控制板,用来控制外骨骼脚部部位的弹簧。这种控制板是两张薄薄的电极片,涂有一层介质材料,通过静电吸附在一起。每片仅重1.5克,可承受100牛顿的力,能在不到30毫秒内改变状态。

研究人员把控制板和弹簧串联在一起,每个控制弹簧重26克,再将多个弹簧并联,可以分别调整它们的硬度。通过调整弹簧数量,系统可以产生6个级别的硬度,力度从14到501牛顿。

12.差异送料控制边角匹配——会自动调整布料的缝纫机

这是一种用在自动缝纫系统中的新型控制方法,能独立控制缝纫单元的送料,帮助缝纫机匹配布料边角部分,适应材料形状的不确定和长度变化。利用这种控制方法,可以通过端点检测,独立控制上下两部分的送料速度,使两块布料保持对等。研究人员同时还提出了不同的矫正误差方案,并进行了实验。

13.与虚拟现实结合——空间引导定位机器人臂

这是一款利用虚拟现实(VR)或增强现实(AR)眼镜执行定位操作的解决方案。在这一设计中,研究人员解决了如何提供信息反馈,引导手持机器人臂完成空间定位的任务。把前面介绍的6-DoF或5-DoF手持式机器人臂和VR或AR立体眼镜结合,眼镜视域中会出现一个箭头标记,指示人工操作杆和机器人臂应该到达的位置,通过比较实验,用机器人臂定位操作比人工操作杆效果更好。

14.通过五万次实验学习挑选物品——人工智能管理

这款人工智能模型利用机器学习算法不断探索人类标签数据库,通过5万次抓取实验,训练神经网络(CNN)预测抓取位置,选择抓取特定的目标物体。

15.闭路控制的接触变形胶体——新型触觉变形表面

在以往用于触觉和柔软机器人中的颗粒胶体设备中,形状变化通常由人来直接控制,是开放式的。研究人员展示的新型触觉胶体表面,由12块排列在一起的胶体单位组成,能统一改变形状和力学性质。他们设计了一种新算法,在这种触觉胶体表面上测试了三种驱动命令,并通过传感器提供的深度图,监视闭路控制的形状变化。

16.“向日葵”式太阳能电池板——双轴机器人平台SoRo-Track

SoRo-Track模型是一种双轴的柔软机器人驱动器(SRA),可以像向日葵那样随阳光改变方向,作为一种自动调节的光伏太阳能电池支持平台,并能与建筑物结合在一起。

研究人员指出,与传统驱动器,如直流马达、水压发动机或气压活塞相比,SRA系统越来越受欢迎,其品质柔软、形态简单、功率重量比高、抗干扰性强,能适应外部振动和不利环境条件,而且设计灵活,容易调节,成本较低。

17.结合三个旋转扫描镜的旋镜3——超广角高速监控器

旋镜镜是一种新型光学高速监控器,克服了以往高速监控器视野范围(小于60°)的限制。最新一款称为旋镜3,由3个自动旋转镜组成,能实现超广角监控,理论视野范围达到360°。

根据这一机制开发的旋镜3样机,平面方向的实际视野范围超过260°,能在10毫秒内快速反应。此外,样机结合了1000英尺/秒的高速视觉系统,能实现高速跟踪监控。研究人员专门开发了视觉跟踪算法,能毫不费力地跟踪抓到被两个人打来打去的乒乓球。

18.上下盘旋、翻滚自旋样行——全方位飞行器模型

研究人员通过静态力和力矩分析,设计了一种6个自由度的新式飞行器,外观是一个立方体框架,内部合理地排布着8个螺旋桨,使飞行器的灵活度达到最大。它不仅能空中平稳地上下飞行,前后旋转,还能自己前后翻滚,左右自旋。

19.五自由度的磁控微型机器人——旋转永磁体控制平台

通过电磁驱动系统控制的微型机器人,在生物医疗和微流设备中有着广阔应用前景。研究人员设计了一种磁控装置样机,由8个较大的旋转永磁体组成阵列,能以5个自由度精确遥控简单的无绳微磁体,精确程度达到亚毫米级。在演示中,这一系统能产生任意方向的场和梯度场,控制250微米的微磁体按任务路径运动,精确度达到39微米。

20.夸张动作逗人发笑——喜剧演员机器人

这种机器人能做出滑稽夸张的动作,逗人发笑,有望用来预防或治疗精神疾病。研究人员指出,笑很难成为一种有效的医疗方法,因为人们至今尚未完全理解笑的机制。非语言的滑稽表演可能超越文化和语言,因此逗笑机器人有助于揭示人们为何会发笑。

研究人员对喜剧演员的夸张动作进行了专门计算,提出一种人形手臂设计,拥有灵活的轻质关节,通过双发动机驱动,能在广阔空间迅速挥舞运动。