



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108332794 A

(43)申请公布日 2018.07.27

(21)申请号 201810133317.0

(22)申请日 2018.02.09

(71)申请人 中国科学院电子学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路19号

(72)发明人 迟程 李彤 薛宁 孙旭光 刘昶

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 曹玲柱

(51)Int.Cl.

G01D 21/02(2006.01)

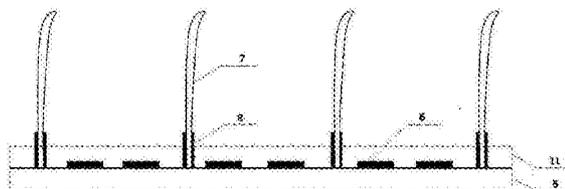
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

仿生触觉系统及多功能机器人

(57)摘要

本公开提供了一种仿生触觉系统及多功能机器人,其中,所述仿生触觉系统包括:皮肤结构,其包括基底和多个第一触觉传感器,用于检测第一触觉数据;以及纤毛结构,形成于所述皮肤结构上,其包括纤毛和多个第二触觉传感器,用于检测第二触觉数据。本公开仿生触觉系统及多功能机器人、结构简单,可靠性高,测量量丰富,为智能机器人提供了更多的有效信息,可更好地感知所处环境,更有效地执行任务。



1. 一种仿生触觉系统,包括:
皮肤结构,其包括基底和多个第一触觉传感器,用于检测第一触觉数据;以及
纤毛结构,形成于所述皮肤结构上,其包括纤毛和多个第二触觉传感器,用于检测第二触觉数据。
2. 根据权利要求1所述的仿生触觉系统,其中,所述多个第一触觉传感器包括多个应力传感器,设置于所述基底上,所述第一触觉数据包括三维应力数据;所述多个第二触觉传感器包括多个应变计,所述第二触觉数据包括接近物体的方向、速度。
3. 根据权利要求2所述的仿生触觉系统,其中,所述多个第一触觉传感器还包括温度传感器及湿度传感器;所述第一触觉数据还包括温度及湿度数据。
4. 根据权利要求2所述的仿生触觉系统,其中,各所述应力传感器采用四单元浮桥结构,其包括:四个敏感单元,用于形成导电通路;及一传导单元,用于传导应力;其中,所述传导单元位于所述四个敏感单元的中心,同时与所述四个敏感单元连接,且所述四个敏感单元关于所述传导单元中心对称。
5. 根据权利要求4所述的仿生触觉系统,其中,在皮肤结构的表面和/或切向有应力作用时,所述敏感单元由于受压产生形变导致电阻值发生变化,根据电阻值的变化实现对三维应力的检测。
6. 根据权利要求4所述的仿生触觉系统,其中,所述四个敏感单元的材质为掺杂有MWCNT的PDMS,通过控制掺杂量以使得所述第二触觉传感器与所述第一触觉传感器的电阻值处于同一数量级;所述传导单元的材质为SU-8胶;所述纤毛的材质为柔性PDMS或聚酰亚胺;所述基底采用柔性印刷电路板FPC。
7. 根据权利要求1所述的仿生触觉系统,其中,所述皮肤结构还包括保护层,形成于所述基底上,覆盖所述多个第一触觉传感器;所述纤毛位于所述基底上,沿远离所述基底的方向延伸并伸出所述保护层表面。
8. 根据权利要求7所述的仿生触觉系统,其中,所述多个第二触觉传感器为四个应变计,该四个应变计环绕纤毛根部设置,所述第二触觉传感器的敏感表面与所述第一触觉传感器的敏感表面垂直。
9. 根据权利要求1所述的仿生触觉系统,还包括扫描电路,用于实时读取所述第一触觉传感器和第二触觉传感器的电阻值。
10. 一种多功能机器人,其包括如权利要求1至9中任一项所述的仿生触觉系统。

仿生触觉系统及多功能机器人

技术领域

[0001] 本公开涉及人工智能技术领域,尤其涉及一种仿生触觉系统及多功能机器人。

背景技术

[0002] 近二十年来,机器人受到研究者的广泛关注,在工业现场和日常生活中发挥着越来越重要的作用。以人作为机器人研究的范例,视觉和听觉的模仿方面已经有很多成熟的技术和显著的成就。因此,机器人在非结构化、复杂的环境中获得触觉感知能力,进而能够精确稳定地操纵物体,目前无论在学术界还是工业界都是亟待解决的。触觉传感器可以帮助机器人获得触觉力的大小和方向,温度、湿度和纹理等触觉信息,这在非结构化环境中的稳定抓取,路径规划以及避障中具有重要意义。因此,目标操纵任务和安全的交互都需要可靠的触觉传感器。

[0003] 人的触觉系统是通过大量的感受体来获得触觉信息,主要感受体包括机械感受体,热感受体和伤害感受体。其中,机械感受器检测压力和振动,可分为四种:Meissner小体,Merkel细胞,Ruffini结构和Pacinian球体。空间分辨率随着身体的变化而变化,指尖最高(1mm),腹部最低(30mm)。时间分辨率可以达到700Hz。人类触觉系统的这些特性为触觉传感器提供了基本的设计要求,总结在表1中。

[0004] 表1机器人触觉系统基本设计要求

[0005]

空间分辨率 (mm)	测量范围 (N)	响应时间 (msec)	轴的数量
1	0.01-10	1	3

[0006] 目前的研究工作和市面上的产品主要集中在对单轴力的测量上,例如台湾长庚大学2013年提出的通过检测电容变化来测量压力的方法。该课题组利用聚二甲基硅氧烷(PDMS)作为电容的电介质层,如图1所示,当外部施加压力时,电介质层会受压变薄,由电容的表达式

$$[0007] \quad C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d} \quad (1)$$

[0008] 可知,当上下电极板间距离减小时,电容器电容会随之增大,通过检测电容变化量从而实现对压力值的测量。

[0009] 这种检测方法只能检测单轴力,而触觉信息不仅包括三维力,还包括温度、湿度、纹理,以及对接近物体的感知。所以,对于智能机器人来说,上述的单维力检测是远远不够的。

发明内容

[0010] (一)要解决的技术问题

[0011] 鉴于上述技术问题,本公开提供了一种仿生触觉系统及多功能机器人,结构简单,

可靠性高,测量量丰富,为智能机器人提供了更多的有效信息,可更好地感知所处环境,更有效地执行任务。

[0012] (二)技术方案

[0013] 根据本公开的一个方面,提供了一种仿生触觉系统,包括:皮肤结构,其包括基底和多个第一触觉传感器,用于检测第一触觉数据;以及纤毛结构,形成于所述皮肤结构上,其包括纤毛和多个第二触觉传感器,用于检测第二触觉数据。

[0014] 在一些实施例中,所述多个第一触觉传感器包括多个应力传感器,设置于所述基底上,所述第一触觉数据包括三维应力数据;所述多个第二触觉传感器包括多个应变计,所述第二触觉数据包括接近物体的方向、速度。

[0015] 在一些实施例中,所述多个第一触觉传感器还包括温度传感器及湿度传感器;所述第一触觉数据还包括温度及湿度数据。

[0016] 在一些实施例中,各所述应力传感器采用四单元浮桥结构,其包括四个敏感单元,用于形成导电通路;及一传导单元,用于传导应力;其中,所述传导单元位于所述四个敏感单元的中心,同时与所述四个敏感单元连接,且所述四个敏感单元关于所述传导单元中心对称。

[0017] 在一些实施例中,在皮肤结构的表面和/或切向有应力作用时,所述敏感单元由于受压产生形变导致电阻值发生变化,根据电阻值的变化利用预先建立好的数学模型实现对三维应力的检测。

[0018] 在一些实施例中,所述四个敏感单元的材质为掺杂有MWCNT的PDMS,通过控制掺杂量以使得所述第二触觉传感器与所述第一触觉传感器的电阻值处于同一数量级;所述传导单元的材质为SU-8胶;所述纤毛的材质为柔性PDMS或聚酰亚胺;所述基底采用柔性印刷电路板FPC。

[0019] 在一些实施例中,所述皮肤结构还包括保护层,形成于所述基底上,覆盖所述多个第一触觉传感器;所述纤毛位于所述基底上,沿远离所述基底的方向延伸并伸出所述保护层表面。

[0020] 在一些实施例中,所述多个第二触觉传感器为四个应变计,该四个应变计环绕纤毛根部设置,所述第二触觉传感器的敏感表面与所述第一触觉传感器的敏感表面垂直。

[0021] 在一些实施例中,所述的仿生触觉系统还包括扫描电路,用于实时读取所述第一触觉传感器和第二触觉传感器的电阻值。

[0022] 根据本公开的另一个方面,还提供了一种多功能机器人,其包括所述的仿生触觉系统。

[0023] (三)有益效果

[0024] 从上述技术方案可以看出,本公开仿生触觉系统及多功能机器人至少具有以下有益效果:

[0025] (1) 本公开采用纤毛与触感单元相结合的方式,既可以通过纤毛传感器来检测接近物体和风速,又可以通过触感单元检测三维力,还可以将部分触感单元替换为温度传感器或湿度传感器,比现有只能测量单轴力的触觉传感器的测量量丰富了许多,为智能机器人提供了更多的有效信息,可以使其利用这些信息更好地感知所处环境,更有效地执行任务。

[0026] (2) 本公开中纤毛传感器和触感单元都选用的是电阻式传感器,还可通过控制MWCNT/PDMS中MWCNT的含量使得纤毛传感器和触感单元的电阻值处于同一数量级,用同一行列扫描电路将两者的输出同时读取出来,实现了将后端电路的统一,降低系统复杂度,同时也提升了系统可靠性。

[0027] (3) 本公开中纤毛传感器和触感单元都采用四单元结构设计,结构简单,行列分布更加整齐,有利于降低电路设计的复杂度。

附图说明

[0028] 图1为现有电容式触觉传感器结构示意图(其中,图1中(a)为电容式触觉传感器的剖视图,图1中(b)为电容式触觉传感器的分解图)。

[0029] 图2为本公开仿生触觉系统的剖视图。

[0030] 图3为本公开仿生触觉系统的俯视图。

[0031] 图4为本公开应力传感器的俯视图。

[0032] <符号说明>

[0033] 1-凹凸层,2-上电极,3-电介质层,4-下电极,5-基底,6-应力传感器,7-纤毛,8-应变计,9-敏感单元,10-传导单元,11-保护层。

具体实施方式

[0034] 为使本公开的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本公开作进一步的详细说明。

[0035] 需要说明的是,在附图或说明书描述中,相似或相同的部分都使用相同的图号。附图中未绘示或描述的实现方式,为所属技术领域中普通技术人员所知的形式。另外,虽然本文可提供包含特定值的参数的示范,但应了解,参数无需确切等于相应的值,而是可在可接受的误差容限或设计约束内近似于相应的值。此外,以下实施例中提到的方向用语,例如“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”等,仅是参考附图的方向。因此,使用的方向用语是用来说明并非用来限制本公开。

[0036] 为了克服上述现有技术的不足,本公开提供了一种仿生触觉系统,包括:皮肤结构,其包括基底和多个第一触觉传感器,用于检测第一触觉数据;以及纤毛结构,形成于所述皮肤结构上,其包括纤毛和多个第二触觉传感器,用于检测第二触觉数据。

[0037] 其中,所述多个第一触觉传感器包括多个应力传感器,设置于所述基底上,所述第一触觉数据包括三维应力数据;所述多个第二触觉传感器包括多个应变计,所述第二触觉数据包括接近物体的方向、速度等,例如风速、风向(风吹动纤毛结构,纤毛结构发生形变,带动根部应变计,从而实现测量风速、风向)。优选的,所述多个第一触觉传感器还包括温度传感器及湿度传感器;相应的,所述第一触觉数据还包括温度及湿度数据。

[0038] 各所述应力传感器采用四单元浮桥结构,其包括四个敏感单元,用于形成导电通路;及一传导单元,用于传导压力;其中,所述传导单元位于所述四个敏感单元的中心,且所述四个敏感单元为相同的敏感单元,关于所述传导单元中心对称。在皮肤结构的表面和/或切向有应力作用时,所述导电通路由于受压产生变化导致敏感单元的电阻值发生变化,根据电阻值实现对三维应力的检测。

[0039] 所述四个敏感单元的材质为掺杂有MWCNT的PDMS、掺杂有CB的PDMS或掺杂纳米银颗粒的PDMS,通过控制掺杂量以使得第二触觉传感器与第一触觉传感器的电阻值处于同一数量级;所述传导单元的材质为SU-8胶;所述纤毛的材质为柔性PDMS或聚酰亚胺;所述基底采用柔性印刷电路板FPC。

[0040] 所述皮肤结构还包括保护层,形成于所述基底上,覆盖所述多个第一触觉传感器;所述纤毛形成于所述基底上,沿远离所述基底的方向延伸并伸出所述保护层的表面。所述多个第二触觉传感器环绕纤毛根部设置,所述第二触觉传感器的敏感表面与所述第一触觉传感器的敏感表面垂直。

[0041] 另外,所述的仿生触觉系统还包括扫描电路,用于实时读取所述第一触觉传感器和第二触觉传感器的电阻值。

[0042] 在本公开的一具体实施例中,所述仿生触觉系统集成了皮肤结构和纤毛结构。如图2所示,所述纤毛结构包括纤毛7和应变计8。每根纤毛7采用柔韧性好的PDMS材料,纤毛根部对称的环绕四个应变计8,用来检测接近物体或风速,类似于人体汗毛。根据四个应变计的输出,可检测接近物体或者风的来向。所述皮肤结构包括基底5和应力传感器6。所述仿生触觉系统还包括保护层11,形成于所述基底5上,覆盖所述应力传感器6。所述纤毛7形成于所述基底5上、沿远离所述基底的方向延伸并伸出所述保护层的表面;所述应变计8环绕所述纤毛根部,从所述纤毛根部延伸出所述保护层的表面。如图4所示,每个应力传感器6包括四个敏感单元9和一个传导单元10,采用“四单元浮桥”结构。“皮下”的应力传感器6(触觉传感器)的敏感单元9采用多壁碳纳米管/聚二甲基硅氧烷(MWCNT/PDMS)作为敏感材料,传导单元10采用SU-8胶形成。本实施例中,每个应力传感器由四块MWCNT/PDMS复合材料和一块SU-8胶组成,SU-8胶由于质地较硬,用于传导压力。所述PDMS不导电,MWCNT在其中形成导电通路,当表面有压力作用时,复合材料中的导电通路因为受压产生变化,从而导致复合材料的电阻值发生变化,可根据电阻值测量压力。同样可通过四块复合材料的阻值差测量切向力的大小,从而实现三维力的检测。

[0043] 所述基底5选用柔性印刷电路板(FPC),将电极和相应走线全部设计在FPC上,使本触觉系统具有良好柔性,可安装于机器人的非平面部位。

[0044] 所述纤毛和应力传感器的排列如图3所示,图3中圆点代表纤毛,方块代表触感单元,每根纤毛对应四个应变计,每个应力传感器对应四块压阻式复合材料,因此图3中共有16*24个电阻值待读取,可用同一个行列扫描电路同时读取纤毛传感器和触感单元的电阻值,简化电路设计。

[0045] 本公开还提供了一种多功能机器人,其包括所述的仿生触觉系统,利用所述仿生触觉系统感知所处环境,从而更有效地执行任务。

[0046] 至此,已经结合附图对本实施例进行了详细描述。依据以上描述,本领域技术人员应当对本公开仿生触觉系统及多功能机器人有了清楚的认识。

[0047] 此外,上述对各元件和方法的定义并不仅限于实施例中提到的各种具体结构、形状或方式,本领域普通技术人员可对其进行简单地更改或替换。

[0048] 以上所述的具体实施例,对本公开的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本公开的具体实施例而已,并不用于限制本公开,凡在本公开的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本公开的保

护范围之内。

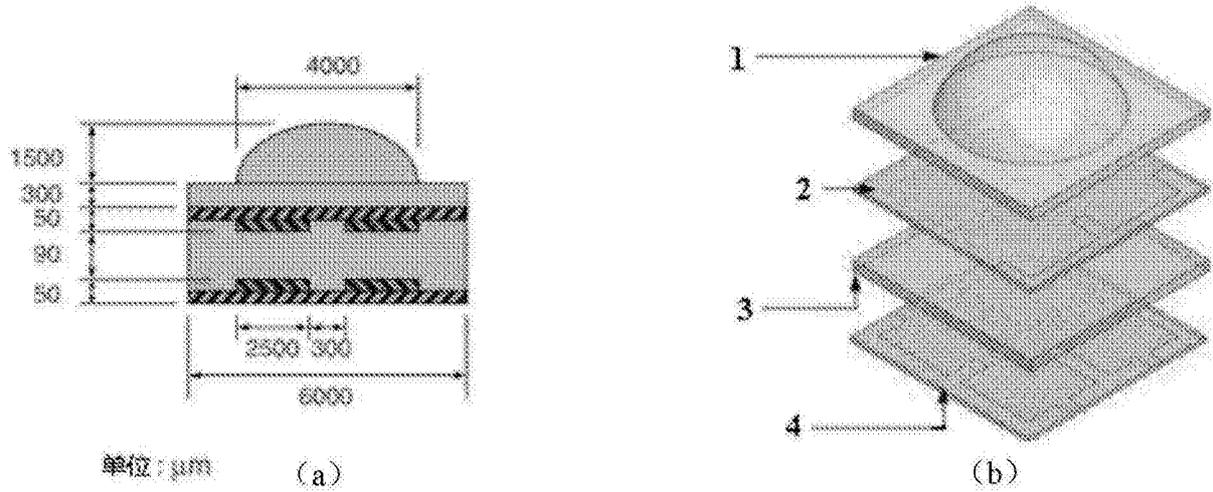


图1

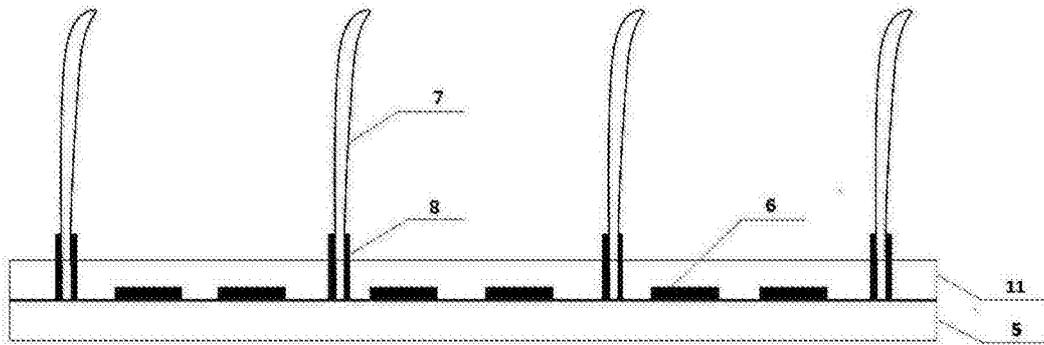


图2

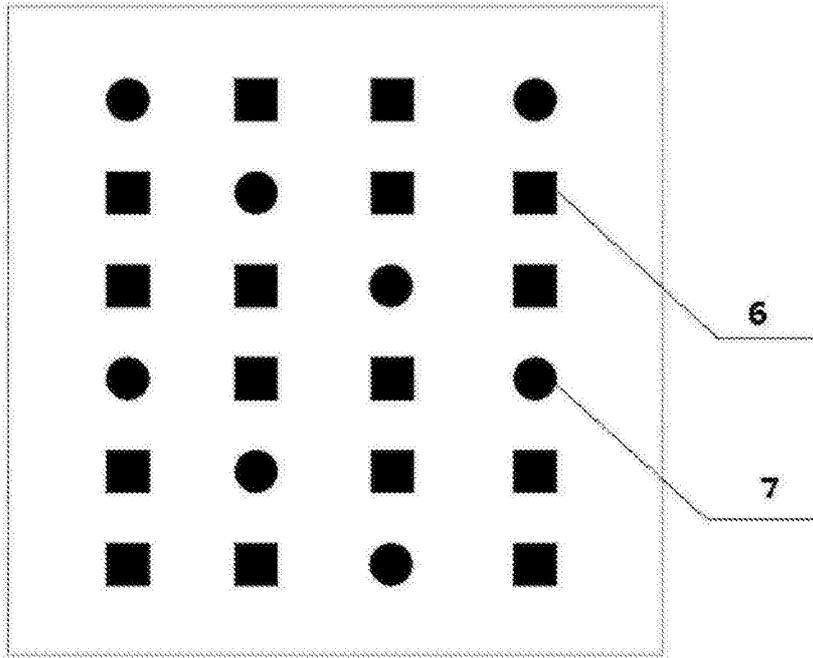


图3

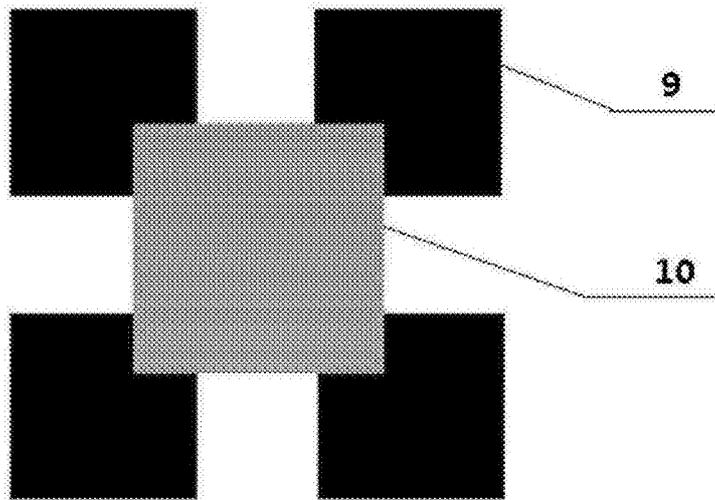


图4