



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 121165941 A

(43) 申请公布日 2025. 12. 19

(21) 申请号 202511385506.3

(22) 申请日 2025.09.26

(71) 申请人 浙江理工大学

地址 310000 浙江省杭州市钱塘区白杨街
道2号大街928号

(72) 发明人 刘爱萍 程琳 周家豪 王光超

(74) 专利代理机构 杭州敦和专利代理事务所
(普通合伙) 33296

专利代理师 冯海军

(51) Int. Cl.

G06F 3/01 (2006.01)

A61B 5/11 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

A41D 19/00 (2006.01)

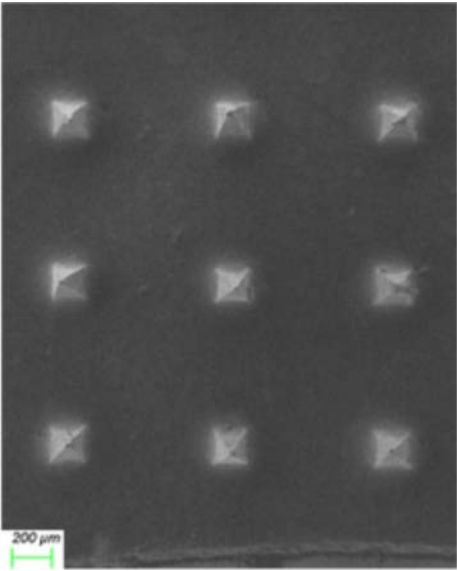
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种用于智能抓取的柔性传感手套

(57) 摘要

本发明公开了一种用于智能抓取的柔性传感手套,本发明公开了一种用于智能抓取的柔性传感手套,手套本体的指端区域和掌心区域针对各自的形变特性与压力分布经由分级架构设置了三明治结构的传感器组成的不同的传感阵列;手套本体上还附着设置有助于采集并处理传感阵列捕捉的应变信号的全域覆盖的行-列扫描电路;针对手部不同部位的灵敏度和感知需求,采用分级拓扑重构策略。指尖区域部署微型传感模块实现精细触觉捕捉;掌心区域通过模块化拼接形成全域覆盖网络,有效抑制寄生电容效应。



1. 一种用于智能抓取的柔性传感手套,包括手套本体,其特征在于:

所述手套本体的指端区域和掌心区域设置了不同的传感阵列,所述传感阵列通过三明治结构的柔性应变传感器组成,并基于分级架构进行排布,以分别适应指端区域和掌心区域不同的形变特性与压力分布;

所述手套本体上还附着设置有用采集并处理传感阵列捕捉的应变信号的全域覆盖行-列扫描柔性电路模块;

所述柔性电路模块上还设置有用发送信息的串口以及蓝牙模块,通过手指运动完成不同的手势,经过所述柔性电路模块预处理后实现简单的信息输出;蓝牙模块将识别后的信息发送出去,被终端设备接收后经由神经网络处理最终通过画面形式显示。

2. 根据权利要求1所述的一种用于智能抓取的柔性传感手套,其特征在于:所述柔性应变传感器包含一层夹于上下两层电极层之间的带有微针阵列结构的介电层。

3. 根据权利要求1所述的一种用于智能抓取的柔性传感手套,其特征在于:所述柔性应变传感器组成的不同的传感阵列,根据手部不同部位的形变特征与压力分布,指端区域和掌心区域以不同的阵列数量和排布搭配特定的走线方式形成全域覆盖压力监测网络。

4. 根据权利要求1所述的一种用于智能抓取的柔性传感手套,其特征在于:所述全域覆盖行-列扫描电路扫描方式为斜向扫描;多路复用器的选通路径沿传感器阵列对角线方向递进在二维空间上实现非连续单元激活。

5. 根据权利要求1所述的一种用于智能抓取的柔性传感手套,其特征在于:所述神经网络通过多级特征融合与跨模态交互实现无视觉依赖的抓取物体分类。

一种用于智能抓取的柔性传感手套

技术领域

[0001] 本发明涉及柔性传感技术领域,具体涉及到一种用于智能抓取的柔性传感手套。

背景技术

[0002] 可穿戴式应变传感器作为一种稳健发展的柔性、可伸缩的器件,具有高效率、长周期寿命和优异的周期稳定性等多方面的优点,沟通了传统应变传感器与平面电子器件间的联系,加深传感与交互间的融合,在医疗诊断、运动检测、人机交互等领域得到普遍应用。

[0003] 柔性传感手套的触觉识别功能是当下研究的重要方向。特别是在暗光、强遮挡等视觉受限场景中,物体的交互感知尤为重要。但其规模化应用仍面临多层次挑战。其一,制造工艺-性能-成本的协同优化困境。实验室级微纳加工工艺虽可实现亚毫米级结构精度,但受限多层异质材料界面键合强度不足及功能材料沉积良率偏低,导致器件在动态弯折工况下易发生介电层剥离或电极断裂,且单手套制造成本远高于商用标准。其二,传感网络拓扑结构冗余引发的信号完整性问题。现有设计多采用点对点直连架构,致使单手套引线数量超过200通道,密集排布导致的寄生电容效应与通道间串扰严重制约了信号保真度。其三,软硬件协同设计缺失导致的系统级效能瓶颈。离散式信号调理电路与上位机处理架构间的数据传输延迟难以满足实时触觉反馈需求。

发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明提供了一种用于智能抓取的柔性传感手套,能够通过手势运动实现特定信息的采集,并经由柔性电路模块将信号进行处理和识别,并通过蓝牙模块将识别后的信息发送出去,被终端设备接收并通过画面的形式显示,从而更好的实现智能抓取并完成识别。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案如下:一种用于智能抓取的柔性传感手套,包括手套本体,其特征在于:

[0006] 所述手套本体的指端区域和掌心区域设置了不同的传感阵列,所述传感阵列通过三明治结构的柔性应变传感器组成,并基于分级架构进行排布,以分别适应指端区域和掌心区域不同的形变特性与压力分布;

[0007] 所述手套本体上还附着设置有用采集并处理传感阵列捕捉的应变信号的全域覆盖行-列扫描电路;

[0008] 所述柔性电路模块上还设置有用发送信息的串口以及蓝牙模块,通过手指运动完成不同的手势,经过所述柔性电路模块预处理后实现简单的信息输出;蓝牙模块将识别后的信息发送出去,被终端设备接收后经由神经网络处理最终通过画面形式显示

[0009] 进一步地,所述柔性应变传感器包含一层夹于上下两层电极层之间的带有微针阵列结构的介电层。

[0010] 进一步地,所述柔性应变传感器组成的不同的传感阵列,根据手部不同部位的形变特征与压力分布,指端区域和掌心区域以不同的阵列数量和排布搭配特定的走线方式形

成全域覆盖压力监测网络。

[0011] 进一步地,所述全域覆盖行-列扫描电路扫描方式为斜向扫描;多路复用器的选通路径沿传感器阵列对角线方向递进在二维空间上实现非连续单元激活。

[0012] 进一步地,所述神经网络通过多级特征融合与跨模态交互实现无视觉依赖的抓取物体分类。

[0013] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0014] 1、微针结构构建的高性能介电层通过应力集中效应增强局部形变并促进空气间隙的动态闭合,实现了常见区间的超高灵敏度检测。

[0015] 2、针对手部不同部位的灵敏度和感知需求,采用分级拓扑重构策略。指尖区域部署微型传感模块实现精细触觉捕捉;掌心区域通过模块化拼接形成全域覆盖网络,有效抑制寄生电容效应。

[0016] 3、斜向扫描打破了原有周期性干扰模式,使电磁场交叠的能量分布呈现随机化特征,显著降低耦合效应的累积影响;非连续激活模式使相邻单元采集间隔延长3-5个时钟周期,为信号线电荷消散提供时间裕量;扫描路径的随机性特征分散了高频切换引发的周期性干扰;动态延时机制补偿了不同走线长度导致的信号延迟差异。

[0017] 4、轻量化神经网络Glove-CLNet,采用深度可分离卷积与分组LSTM联合架构,减少参数量的同时增强了跨传感器通道的信息交互。与其搭配的上位机系统具有高准确度与鲁棒性。

附图说明

[0018] 图1为本发明中具有微针形状的电介层SEM 示意图;

[0019] 图2为传感手套阵列光学图片;

[0020] 图3为传感阵列斜向扫描方式示意图;

[0021] 图4为本发明中神经网络Glove-CLNet模型架构图;

[0022] 图5为本发明滑动检测光学图片以及传感阵列信号图;

[0023] 图6为本发明传感手套抓取物体光学图像以及上位机反馈示意图。

具体实施方式

[0024] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0025] 本发明公开了一种用于智能抓取的柔性传感手套,手套本体的指端区域和掌心区域针对各自的形变特性与压力分布经由分级架构设置了三明治结构柔性应变传感器组成的不同的传感阵列。所述手套本体上还附着设置有利于采集并处理传感阵列捕捉的应变信号的全域覆盖行-列扫描电路,所述柔性电路模块上还设置有利于发送信息的串口以及蓝牙模块,通过手指运动完成不同的手势,经过所述柔性电路模块预处理后实现简单的信息输出。蓝牙模块将识别后的信息发送出去,被终端设备接收后经由神经网络处理最终通过画面形式显示。

[0026] 进一步的,所述三明治结构柔性应变传感器带有微针阵列结构的介电层为离子盐溶液均匀的滴至特定模具上,经真空抽气,烘干,固化后制成。

[0027] 进一步的,所述三明治结构柔性应变传感器组成的不同的传感阵列,根据手部不同部位的形变特征与压力分布,指端区域,在五指指尖及指间关节处布置 2×2 单元的传感阵列模块(尺寸 $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$),即单指配置2个传感阵列,共8个传感单元,通过柔性FPC走线(宽度 2.5 mm)将40个传感单元连接至传感手套主体;掌心区域为了平衡空间分辨率与柔性自由度,采用9个 4×4 的传感阵列模块($20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$),共144个传感单元,并以 8 mm 间隔排布形成全域覆盖压力监测网络,几个阵列单元之间采用FPC走线(宽度 3 mm)相连接。

[0028] 进一步的,所述采集并处理传感阵列捕捉的应变信号的全域覆盖行-列扫描电路扫描方式为斜向扫描。当某节点被采集时,其物理相邻节点在时间维度上不会立即进入工作状态,为信号线残余电荷的消散提供至少3个时钟周期的缓冲窗口。主控程序构建状态机驱动的斜向扫描引擎,依托二维坐标映射表重构单元激活序列。具体而言,函数将传感器阵列抽象为离散化网格模型,在每次循环迭代中,根据预设的斜率参数动态计算目标单元的行列坐标,并通过位运算生成多路复用器的地址控制字。算法实现的函数接收运算处理后的斜向坐标参数,将行地址与列地址组合为16位控制信号,写入函数将其并行写入端口寄存器,最后引入动态延时补偿机制,均衡不同走线长度导致的信号传输延迟差异。

[0029] 进一步的,所述终端设备接收后经由神经网络处理。神经网络Glove-CLNet以 16×12 压力传感器阵列的20时间步动态数据为输入,采用层级化架构逐级提取并融合时空特征,最终输出8类物体概率分布。

[0030] 具体地,三明治结构柔性应变传感器分别贴合到手套本体的指端和掌心处,通过手指运动即可实现特定信号的输出,控制不同手指弯曲与伸平的排列组合,以及不同弯曲角度,经过柔性电路模块采集并处理,实现手指弯曲机械形变信号转换为电信号,并进行识别,将识别结果通过蓝牙模块发送给终端设备,然后通过上位机的应用端可视化出来;

[0031] 盲人佩戴后,通过手部姿态触控力度信息的采集处理和发送,和看不见具体物体的情况下也能够很好的感知。在光线很暗,不便观察手部动作时,也能够进行高效识别。

[0032] 当手套接触物体即物体以其压力作用阵列表面时,其形状引起的局部形变会改变传感单元电容值,形成与物体拓扑高度一致的压力分布信号。结合其继承系统中的卷积神经网络识别算法,判断出物体种类。

[0033] 本实施例中进行了一个动态滑动识别和一个物体种类识别,当手指在传感阵列表面滑动时,压力分布将呈现连续的空间迁移特征。算法通过分析第15、25和35帧压力数据的动态演变,提取滑动方向的核心判别依据。在时间维度上,相邻帧间的差分矩阵反映压力波峰的移动轨迹;向右滑动时,压力波峰从左侧列向右侧列迁移,列累加向量呈现正向累积趋势。通过量化列方向的总能量差异,算法有效区分主导运动方向,从而检测到滑动。

[0034] 当水杯与阵列表面接触时,其圆柱形几何形态通过接触压力的空间差异性分布被编码为电容响应模式。五个指部传感单元的位置及掌心右上角4个传感矩阵与物体的局部形貌形成严格的空间对应关系,即物体的凸起区域对下方单元施加较大压力,而凹陷区域则产生微弱或无接触压力,从而识别出水杯。

[0035] 尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等

同替换,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

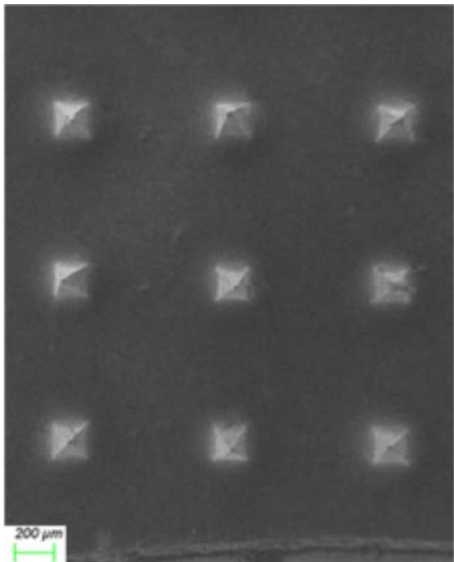


图1

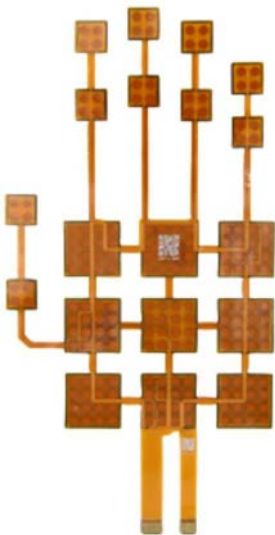


图2

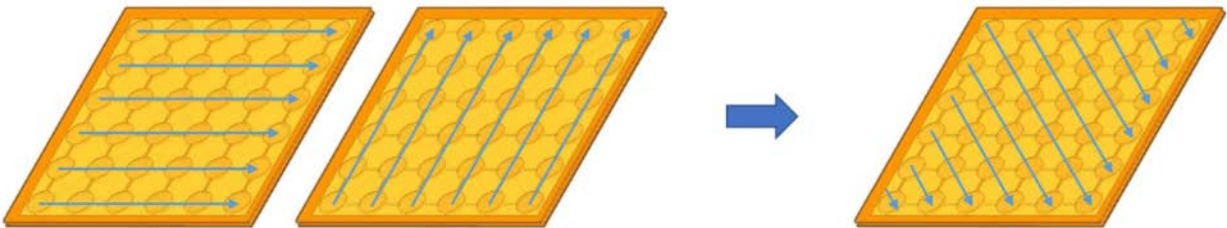


图3

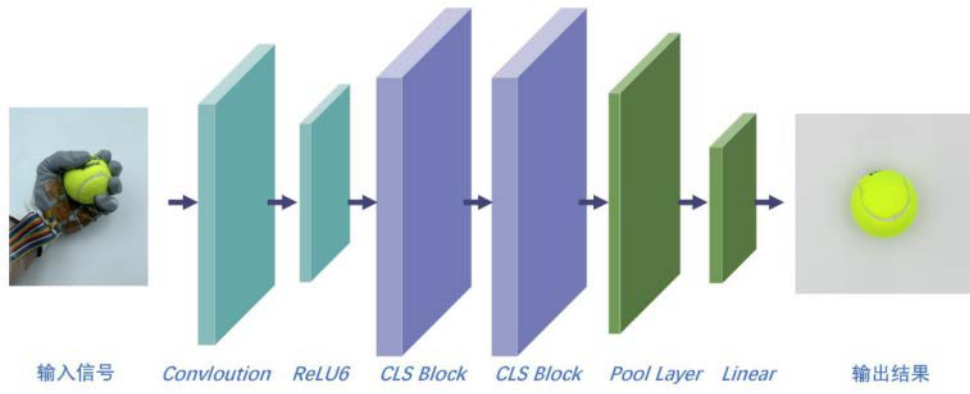


图4

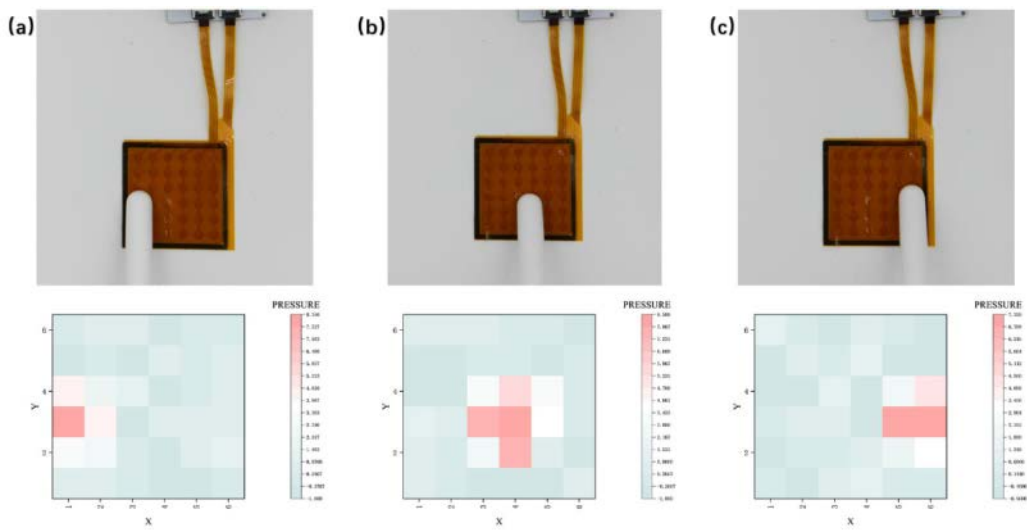


图5

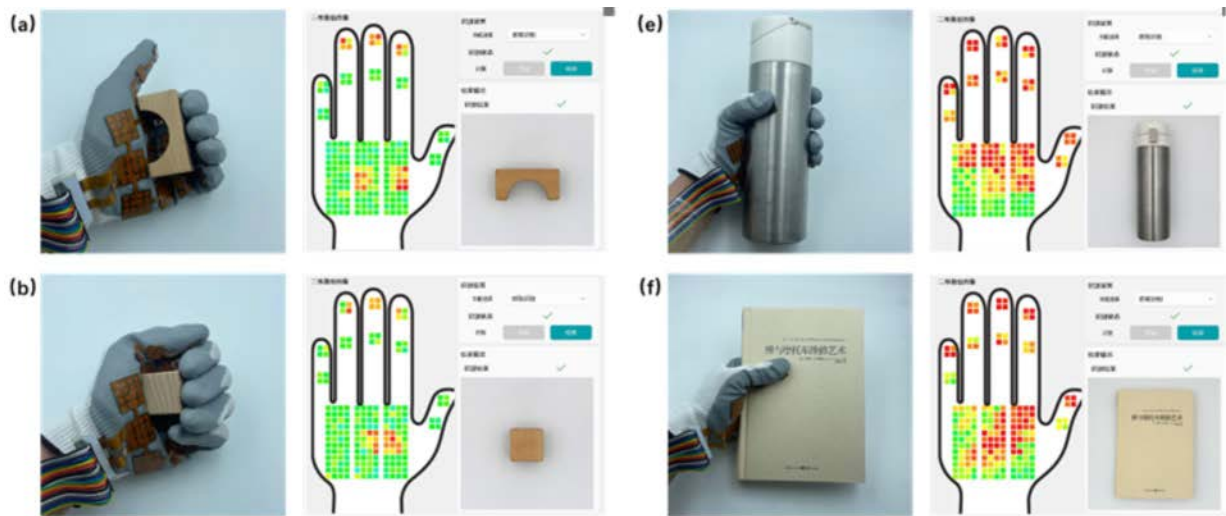


图6