



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113414763 A

(43) 申请公布日 2021.09.21

(21) 申请号 202110685249.0

(22) 申请日 2021.06.21

(71) 申请人 杭州电子科技大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区2号大街

(72) 发明人 许明 孙启民

(74) 专利代理机构 杭州君度专利代理事务所
(特殊普通合伙) 33240

代理人 陈炜

(51) Int. Cl.

B25J 9/16 (2006.01)

B25J 11/00 (2006.01)

B25J 19/02 (2006.01)

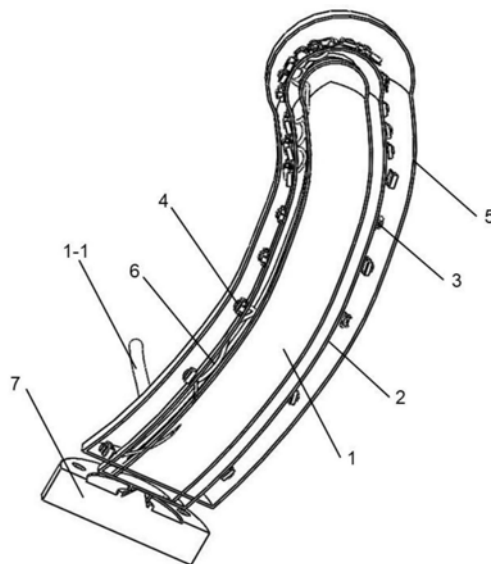
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

基于软体臂的重叠光信号触觉传感系统及其触觉检测方法

(57) 摘要

本发明公开了基于软体臂的重叠光信号触觉传感系统及其触觉检测方法。本发明包括软体臂执行机构、柔性电路层、发光二极管、光传感器和弹性光反射层。柔性电路层套设在软体臂执行机构的外侧。弹性光反射层套设在柔性电路层的外侧。弹性光反射层与柔性电路层之间留有间隙。柔性电路层和弹性光反射层均具有弹性。柔性电路层的外侧壁上安装有多个发光二极管和多个光传感器。本发明在软体机器人的内侧形成光信号网络,通过软体机器人触碰外部物体发生的变形来使得光信号网络发生变化,从而检测出被触碰的位置。此外,本发明配合压力传感器,在采集到接触位置之后,利用终端计算机依据力学原理计算接触位置受到的力。



1. 基于软体臂的重叠光信号触觉传感系统,包括软体臂执行机构(1);其特征在于:还包括柔性电路层(2)、发光二极管(3)、光传感器(4)和弹性光反射层(5);柔性电路层(2)套置在软体臂执行机构(1)的外侧;弹性光反射层(5)套置在柔性电路层(2)的外侧;弹性光反射层(5)与柔性电路层(2)之间留有间隙;柔性电路层(2)和弹性光反射层(5)均具有弹性;柔性电路层(2)的外侧壁上安装有多个发光二极管(3)和多个光传感器(4)。

2. 根据权利要求1所述的基于软体臂的重叠光信号触觉传感系统,其特征在于:所述软体臂执行机构(1)的内端固定在压力传感器(7)上。

3. 根据权利要求1所述的基于软体臂的重叠光信号触觉传感系统,其特征在于:所述软体臂执行机构(1)为气动可伸缩或弯曲的软体执行器;软体臂执行机构(1)的内端设置有通气接口;通气接口通过通气管(1-1)引出至外部气压源。

4. 根据权利要求1所述的基于软体臂的重叠光信号触觉传感系统,其特征在于:所述的柔性电路层(2)上每个安装发光二极管(3)或光传感器(4)的位置均开设有导线孔(2-2);发光二极管(3)和光传感器(4)的供电线和信号线通过对应的导线孔引至柔性电路层与软体臂执行机构(1)之间,并从柔性电路层(2)内端引出。

5. 根据权利要求1所述的基于软体臂的重叠光信号触觉传感系统,其特征在于:所述的柔性电路层(2)上每个安装发光二极管(3)或光传感器(4)的位置的周围均开设有多个定位孔(2-1);每个定位孔(2-1)均对应一根弹性线(8);弹性线(8)的内端与对应的发光二极管(3)或光传感器(4)的边缘处固定,外端穿过对应的定位孔(2-1),并设置有球节(8-1);球节(8-1)卡在定位孔(2-1)的内侧。

6. 根据权利要求1所述的基于软体臂的重叠光信号触觉传感系统,其特征在于:弹性光反射层(5)的外侧壁不透光。

7. 如权利要求1所述的基于软体臂的重叠光信号触觉传感系统的触觉检测方法,其特征在于:步骤一、光传感器(4)、发光二极管(3)和压力传感器(7)通电;进入触觉巡航工作模式;在触觉巡航工作模式下,所有发光二极管均发射相同光谱的光线;

步骤二、当外部物体触碰弹性光反射层(5)时,弹性光反射层(5)被触碰的区域向内凹陷;弹性光反射层(5)的形状变化使其内部光信号的传导也发生变化,影响部分光传感器(4)接收光信号产生相应变化;根据各光传感器(4)接收到光信号的变化确定包含接触点位置的疑似区域;之后,在疑似区域内的各发光二极管各自发射不同光谱的光线;根据各光传感器(4)接收到的不同光谱的光信号强度,计算出接触点位置;同时,结合压力传感器(7)检测到的压力大小和接触点位置,计算出接触点受到的压力大小。

8. 根据权利要求1所述的基于软体臂的重叠光信号触觉传感系统的触觉检测方法,其特征在于:所述疑似区域的确定方法如下:取各光传感器(4)中检测到的光强度变化最大的光传感器(4)作为疑似中心;取以疑似中心为中心点的预设大小的范围作为疑似区域。

9. 根据权利要求1所述的基于软体臂的重叠光信号触觉传感系统的触觉检测方法,其特征在于:所述的疑似区域根据经训练的神经网络来确定;该神经网络以各光传感器检测到的光强度差值为输入。

10. 根据权利要求1所述的基于软体臂的重叠光信号触觉传感系统的触觉检测方法,其特征在于:在疑似区域中确定接触点位置的方式通过神经网络来实现;该神经网络具体采用五个隐藏层的多任务神经网络;每个隐藏层均使用批处理规范化和ReLU激活函数;前三

个隐藏层在两个任务之间共享;后两个隐藏层为输出层;该多任务神经网络使用均方误差作为损失函数,在ADAM optimizer下进行400个阶段的训练,批大小为128,初始学习率为0.001,经过200个阶段后下降到0.0001。

基于软体臂的重叠光信号触觉传感系统及其触觉检测方法

技术领域

[0001] 本发明属于软体机器人传感设备技术领域,具体涉及一种在软体执行机构外部包裹着带有多个发光二极管和光传感器的柔性电路与波导层,能够高精度地实现软体执行机构的触觉传感。

背景技术

[0002] 随着软体机器人与软体执行机构的发展,在未来会越来越多地利用软体机器人或软体执行机构应用于实际工程实践中。但由于软体机器人的可伸缩性与高自由度使得其在触觉传感等传感应用上有很大的限制。因此,提出设计一种基于软体臂的重叠光信号传感系统,为了解决软体机器人在触觉传感所面临的限制与不足。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种基于软体臂的重叠光信号触觉传感系统及其触觉检测方法。

[0004] 本发明一种基于软体臂的重叠光信号触觉传感系统,包括软体臂执行机构、柔性电路层、发光二极管、光传感器和弹性光反射层。柔性电路层套设在软体臂执行机构的外侧。弹性光反射层套设在柔性电路层的外侧。弹性光反射层与柔性电路层之间留有间隙。柔性电路层和弹性光反射层均具有弹性。柔性电路层的外侧壁上安装有多个发光二极管和多个光传感器。

[0005] 作为优选,所述软体臂执行机构的内端固定在压力传感器上。

[0006] 作为优选,所述软体臂执行机构为气动可伸缩或弯曲的软体执行器。软体臂执行机构的内端设置有通气接口。通气接口通过通气管引出至外部气压源。

[0007] 作为优选,所述的柔性电路层上每个安装发光二极管或光传感器的位置均开设有导线孔。发光二极管和光传感器的供电线和信号线通过对应的导线孔引至柔性电路层与软体臂执行机构之间,并从柔性电路层内端引出。

[0008] 作为优选,所述的柔性电路层上每个安装发光二极管或光传感器的位置的周围均开设有多个定位孔。每个定位孔均对应一根弹性线。弹性线的内端与对应的发光二极管或光传感器的边缘处固定,外端穿过对应的定位孔,并设置有球节。球节卡在定位孔的内侧。

[0009] 作为优选,所述弹性光反射层的外侧壁不透光。

[0010] 该基于软体臂的重叠光信号触觉传感系统的触觉检测方法,具体步骤如下:

[0011] 步骤一、光传感器、发光二极管和压力传感器通电。进入触觉巡航工作模式。在触觉巡航工作模式下,所有发光二极管均发射相同光谱的光线。

[0012] 步骤二、当外部物体触碰弹性光反射层时,弹性光反射层被触碰的区域向内凹陷。弹性光反射层的形状变化使其内部光信号的传导也发生变化,影响部分光传感器接收光信号产生相应变化。根据各光传感器接收到光信号的变化确定包含接触点位置的疑似区域。之后,在疑似区域内的各发光二极管各自发射不同光谱的光线;根据各光传感器接收到的

不同光谱的光信号强度,计算出接触点位置。同时,结合压力传感器检测到的压力大小和接触点位置,计算出接触点受到的压力大小。

[0013] 作为优选,所述疑似区域的确定方法如下:取各光传感器中检测到的光强度变化最大的光传感器作为疑似中心。取以疑似中心为中心点的预设大小的范围作为疑似区域。

[0014] 作为优选,所述的疑似区域根据经训练的神经网络来确定。该神经网络以各光传感器检测到的光强度差值为输入。

[0015] 作为优选,在疑似区域中确定接触点位置的方式通过神经网络来实现。该神经网络具体采用五个隐藏层的多任务神经网络。每个隐藏层均使用批处理规范化和ReLU激活函数。前三个隐藏层在两个任务之间共享。后两个隐藏层为输出层。该多任务神经网络使用均方误差作为损失函数,在ADAM optimizer下进行400个阶段的训练,批大小为128,初始学习率为0.001,经过200个阶段后下降到0.0001。

[0016] 本发明具有的有益效果是:

[0017] 1、本发明在软体机器人的内侧形成光信号网络,通过软体机器人触碰外部物体发生的变形来使得光信号网络发生变化,从而检测出被触碰的位置,形成触觉传感系统可以应用到软体机器人上,克服软体机器人在传感器应用上面临的可伸缩性的限制等。

[0018] 2、本发明配合压力传感器,在采集到接触位置之后,利用终端计算机依据力学原理计算接触位置受到的压力大小。

[0019] 3、本发明提供重叠光信号方法进行触觉传感,即单个光传感器接收到单个发光二极管的光信号为一个信号单元,因此存在 n^2 个信号单元,能够有效提高触觉传感器的精度。

[0020] 4、本发明提供一种弹性线设计方法,在柔性电路层变形的情况下,依旧限制电子元器件之间的相对移动,提高触觉传感在软体机器人上的可行性与传感精度。

[0021] 5、本发明分别利用了同一光谱重叠光信号光量的变化和不同光谱重叠光信号,进行两次定位,使定位更精确,既避免了同一光谱重叠光信号光量的变化而产生的定位范围太广,也避免了大范围不同光谱重叠光信号识别中存在的光传感器光谱识别误差。

附图说明

[0022] 图1本发明的系统整体剖面结构图;

[0023] 图2本发明电子元器件固定于柔性电路层原理示意图;

[0024] 图3本发明重叠光信号概念示意图;

[0025] 图4本发明重叠光信号传导示意图;

[0026] 图5本发明的检测流程图;

[0027] 图6本发明的整体工作流程示意图。

具体实施方式

[0028] 本发明的目的在于提供一种在软体臂上实现高精度的触觉传感系统的方法。

[0029] 如图1、2和6所示,一种基于软体臂的重叠光信号触觉传感系统,包括软体臂执行机构1、柔性电路层2、发光二极管3、光传感器4、弹性光反射层5、导线6、压力传感器7和弹性线8。所述软体臂执行机构1为气动可伸缩或弯曲的软体执行器,呈圆柱状,内端面为圆形平面,外端部呈球形。软体臂执行机构1的内端设置有通气接口。通气接口通过通气管1-1引出

至外部气压源。当外部气压源开始充压时,所述软体臂执行机构1伸展变长。软体臂执行机构1的内端固定在压力传感器7上。所述压力传感器7为压力传感器可测出压力值,整体呈圆台状。所述压力传感器7的轴线与软体臂执行机构1内端的轴线重合。压力传感器7的信号传输到计算机终端。

[0030] 软体臂执行机构1、柔性电路层2和弹性光反射层5的形状相互对应。柔性电路层2套设在软体臂执行机构1的外侧。弹性光反射层5套设在柔性电路层2的外侧。弹性光反射层5与柔性电路层2之间留有间隙。柔性电路层2和弹性光反射层5均具有弹性,能够随软体臂执行机构1伸缩变形。柔性电路层2为可伸缩,且具有弹性的材料制成的一个薄壁,与软体臂执行机构1之间留有间隙。

[0031] 如图1、2和3所示,柔性电路层2的外侧壁上的不同位置共开设有 $2n$ 个导线孔2-2。每个导线孔2-2的周围都均匀布置有四个定位孔2-1, n 大于等于5。其中 n 个导线孔的外侧均设置有发光二极管3。另 n 个导线孔的外侧均设置有光传感器4。发光二极管3或光传感器4的四个角部与对应的四个定位孔2-1分别通过弹性线8连接。弹性线8外端穿过对应的定位孔2-1,并设置有呈球形的球节8-1。球节8-1的直径大于定位孔2-1的直径。球节8-1卡在定位孔2-1的内侧,实现弹性绳8的限位。四根弹性绳8将对应的发光二极管3或光传感器4固定在柔性电路层2的外侧。弹性线8为弹性性能良好的可伸缩细线,当柔性电路层2跟随软体臂执行机构1发生变形时,通过弹性线8的伸缩来保证发光二极管3和光传感器4持续贴合在柔性电路层2的外侧。发光二极管3和光传感器4的供电线和信号线通过对应的导线孔引出到柔性电路层与软体臂执行机构1之间,并从柔性电路层2内端引出。发光二极管3用于发射光信号。光传感器4用于接收经过弹性光反射层5反射的光信号,并据此判断弹性光反射层5的受力变形情况,达到模拟触觉的效果。

[0032] 如图3和4所示,所述弹性光反射层5采用可伸缩的弹性材料制成。所述弹性光反射层5的内壁能够反射光波信号,外壁不透光。任意单个光传感器4可以接收所有发光二极管3传输的光信号,形成重叠光信号。由单个光传感器4接收到单个发光二极管3的光信号为一个信号单元,因此存在 n^2 个信号单元。在工程中需要传感器灵敏度高的部位设置更大密度的发光二极管3与光传感器4。

[0033] 如图5所示,发光二极管在外部物体未接触到传感器时,统一发射白色光谱的光线。当物体接触到传感器时,由于接触位置的弹性光反射层凹陷导致在接触点附近区域的光传播受到影响。因此,相同光谱的重叠光信号的光量受到影响发生变化。此时将相同光谱的重叠光信号光量的变化反馈到计算机终端,计算机终端计算出接触点的一个大概区域。计算机终端控制在该区域内的发光二极管发射不同光谱的光源,然后利用不同光谱的重叠光信号计算出更准确的接触点位置。

[0034] 所有发光二极管3与光传感器4均通过对应的导线6连接至计算机终端。利用计算机分析每个光传感器4接收光信号的变化。所述弹性光反射层5的形状为软体臂执行机构1充分充压之后的形状,弹性光反射层5的各个位置的尺寸大于软体臂执行机构充分充压之后各个位置的尺寸。

[0035] 每个光传感器检测到的光信号具有数据点,因此具有 n^2 个数据点,将 n^2 个数据点中在接触前后不发生变化的数据点舍掉,不进行下一步处理,然后剩下 m 个有用数据点。再使用前馈神经网络结构对数据进行处理。该神经网络结构是定制的,以支持该系统的应用。然

后是用于多点触控检测的神经网络。对于定位和力进行预测,我们使用了五层隐层多任务神经网络。每个隐藏层使用批处理规范化和ReLU激活函数。前三个隐藏层在两个任务之间共享。之后,每个输出具有两个单独的隐藏层。我们使用均方误差作为损失函数。神经网络在ADAM optimizer下进行400个阶段的训练,批大小为128,初始学习率为0.001,经过200个阶段后下降到0.0001。对于定位预测,将训练数据集过滤为仅使用正深度。

[0036] 如图5所示,该传感系统工作模式的具体方法如下:

[0037] 步骤一、使用外部气压源为软体臂执行机构1充压,软体臂执行机构1伸长并变形,达到所需的形状。此时,固定在柔性电路层2外壁上的发光二极管3和光传感器4各自受到四个弹性线8的固定,弹性线8伸长。所以发光二极管3和光传感器4相对于柔性电路层2所在的位置不发生变化。连接电子元器件的导线6都留有足够长度。

[0038] 步骤二、光传感器4、发光二极管3和压力传感器7通电,所有光传感器4均将信号传输到计算机终端。利用计算机分析每个光传感器4接收光信号的变化。同时压力传感器7的信号也传输到计算机终端。进入触觉巡航工作模式。在巡航工作模式下,发光二极管在外部物体未接触到传感器时,光源统一为白色光谱的光源。

[0039] 步骤三、当外部物体触碰弹性光反射层5时,弹性光反射层5在触碰区域发生向内凹陷。弹性光反射层5的形状变化使其内部光信号的传导也发生变化,从而影响一部分光传感器4接收光信号产生相应变化。此时,将相同光谱的重叠光信号光量的变化反馈到计算机终端;计算机终端经过计算,取各光传感器4中检测到的光强度变化最大的光传感器4作为疑似中心。取以疑似中心为中心点的预设大小的范围作为疑似区域。此外,疑似区域也可根据经训练的神经网络来确定。

[0040] 此时,计算机终端控制疑似区域内的各发光二极管各自发射不同光谱的光线;根据各光传感器4接收到的不同光谱的光信号强度,计算出接触点位置。该接触点位置计算通过经训练的神经网络实现。同时,压力传感器7接收到一个力的信号。但是该力的信号并不是外部接触施加给该软体臂力的大小。计算机终端依据力学原理和得到的接触点位置以及压力传感器7的力信号来计算出外部接触施加力的大小。

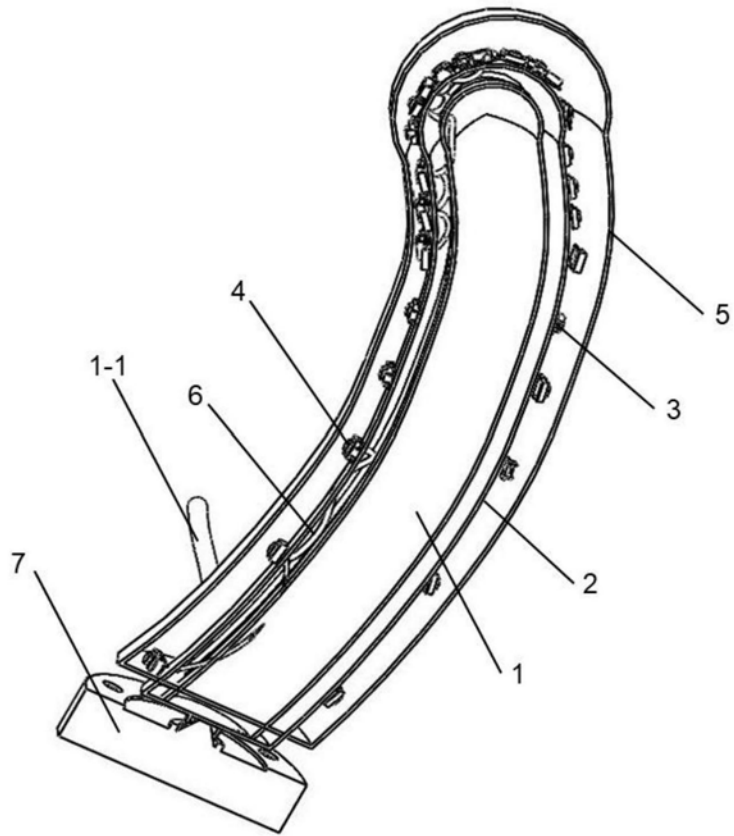


图1

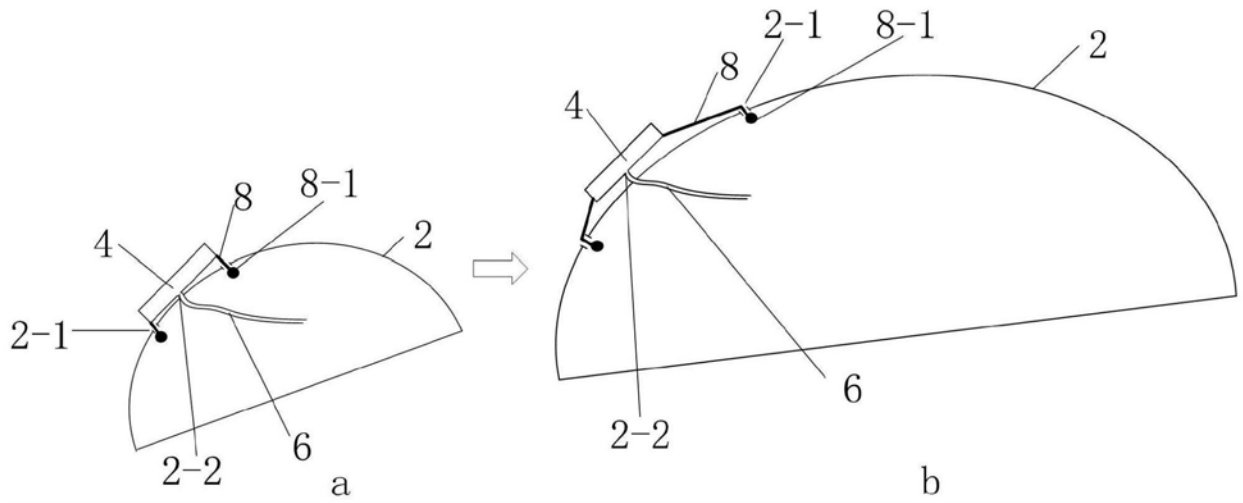


图2

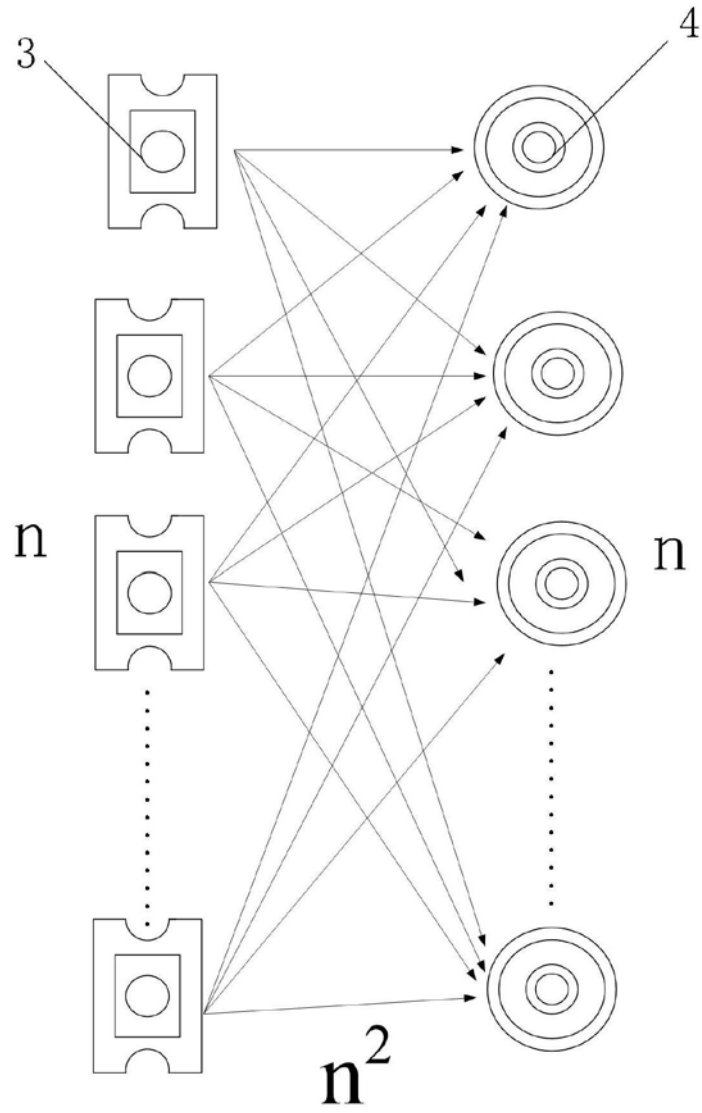


图3

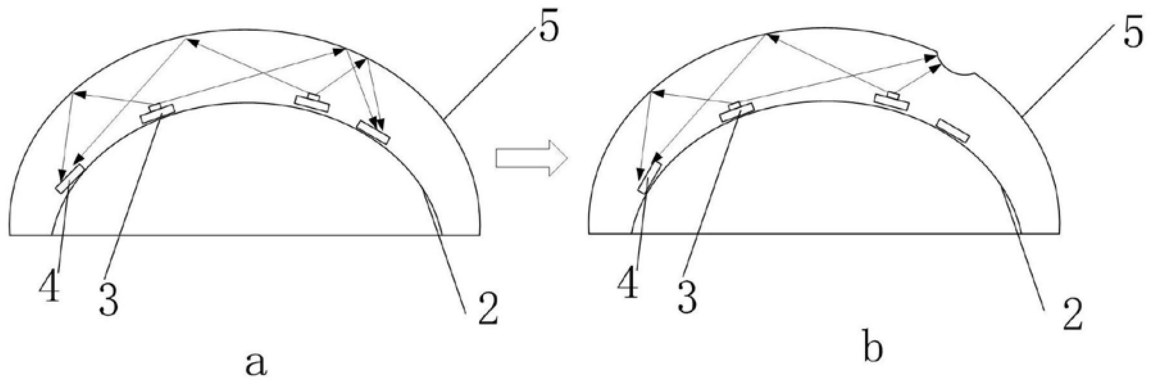


图4

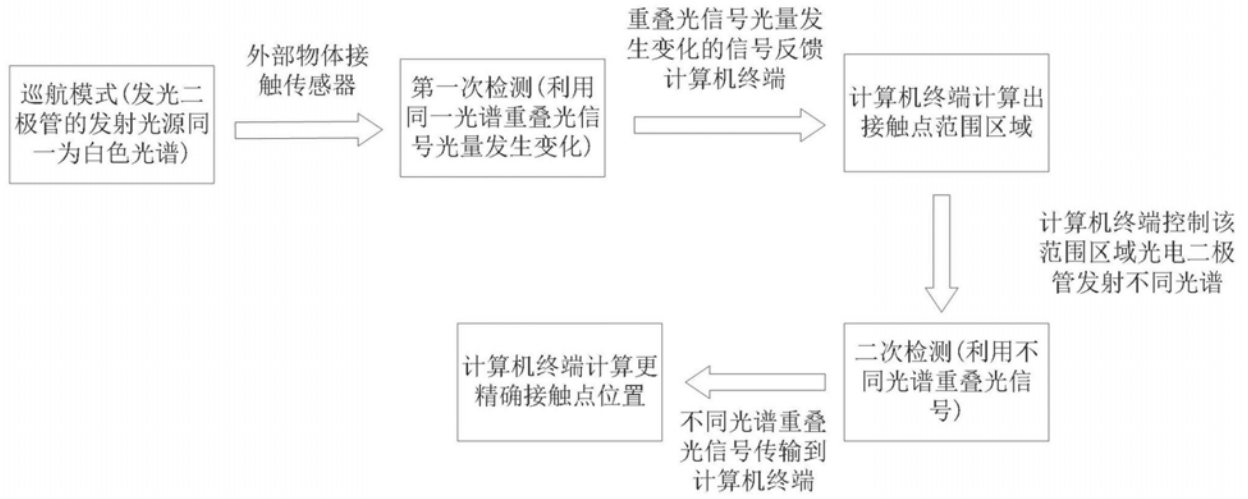


图5

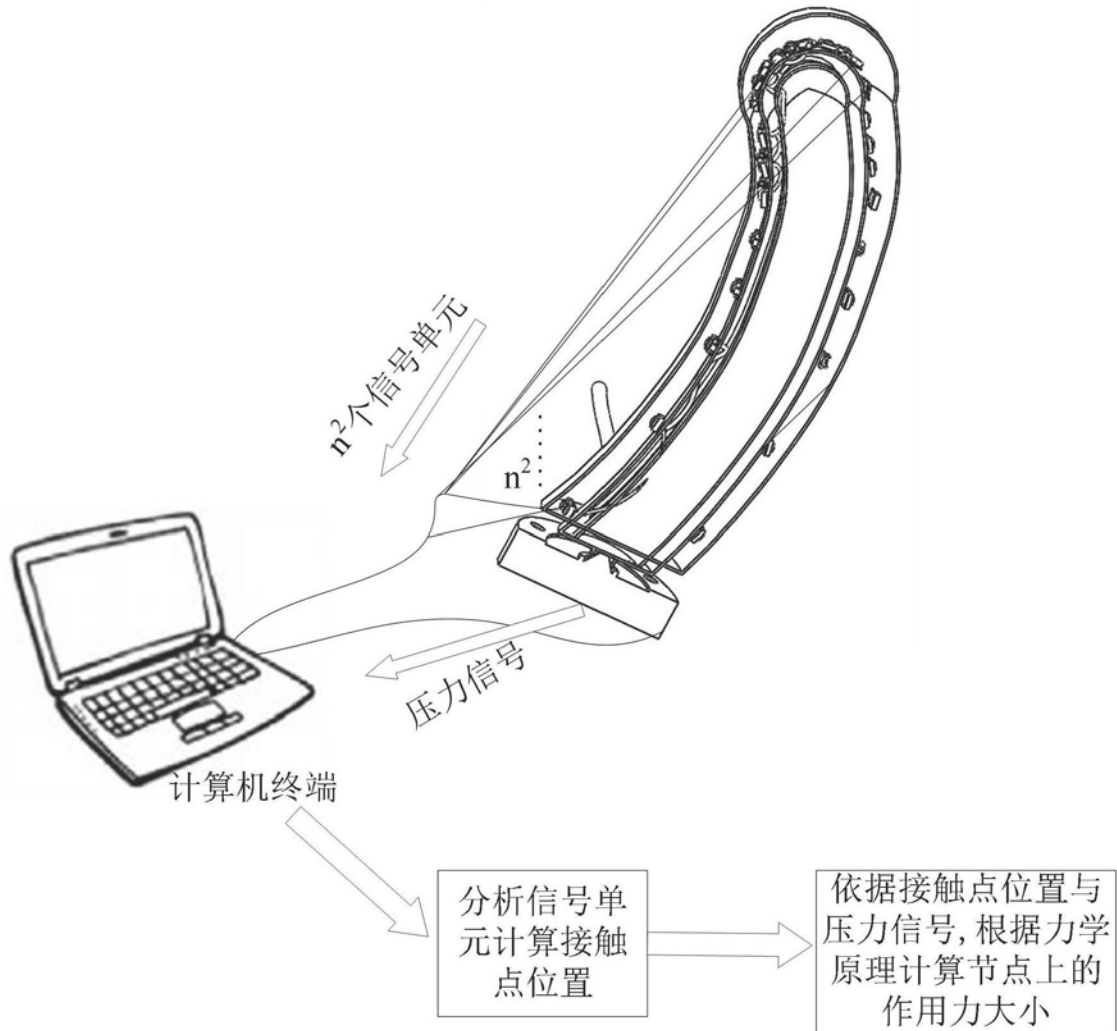


图6