(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 115097947 B
(45)授权公告日 2022.10.28

(21)申请号 202211010997.X
(22)申请日 2022.08.23
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115097947 A
(43)申请公布日 2022.09.23
(73)专利权人 环球数科集团有限公司
地址 518063 广东省深圳市南山区粤海街道高新南九道10号深圳湾科技生态园10栋B座17层01-03号
(72)发明人 张卫平 黄筱雨 丁烨 张思琪 张伟 李显阔 李蕙男
(74)专利代理机构 北京清控智云知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11919
专利代理师 林淡如
(51)Int.Cl.
G06F 3/01(2006.01)
G06F 3/04815(2022.01)
审查员 李妍君

权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种基于数字孪生技术的虚拟主播交互体感设计系统

(57)摘要

本发明提供了一种基于数字孪生技术的虚拟主播交互体感设计系统,其特征在于,包括数字孪生模块、交互模块、体感反馈模块,所述数字孪生模块用于检测真人的动作并映射于虚拟主播,所述交互模块用于检测虚拟主播在虚拟环境中的触碰事件,所述体感反馈模块根据触碰事件对真人施加作用力;本系统能够检测到虚拟主播在虚拟环境中的触碰数据,基于对触碰数据的分析得到触碰程度,然后根据触碰程度对真人产生不同的作用力,大大增强了虚拟主播在虚拟环境中的沉浸感。

CN 115097947 B

1.一种基于数字孪生技术的虚拟主播交互体感设计系统，其特征在于，包括数字孪生模块、交互模块和体感反馈模块，所述数字孪生模块用于检测真人的动作并映射于虚拟主播，所述交互模块用于检测虚拟主播在虚拟环境中的触碰事件，所述体感反馈模块根据触碰事件对真人施加作用力；

所述体感反馈模块包括压力作用单元、数据传输单元和控制单元，由多个压力作用单元构成一个反馈单元，所述反馈单元安装于可穿戴设备上，反馈单元产生压力对真人形成交互体感，所述数据传输单元用于与所述交互模块之间传输数据，所述控制单元根据从所述交互模块获取的数据来计算分析得到压力值并控制所述压力作用单元生成对应的压力；

所述数字孪生模块产生的虚拟主播模型上存在感应区域，所述感应区域包括若干个感应单元，所述感应单元与所述反馈单元一一对应，所述感应单元为柱面为正方形的主体，所述感应单元的体积为V，柱面面积为S，所述感应单元能够与虚拟环境中的模型重叠，所述交互模块检测出重叠部分体积为V_{ol}，柱面与模型的重叠面称为有效面，所述交互模块检测出有效面的面积为S_{ol}；

所述控制单元根据下式计算出反馈单元需要产生的压力总值Fz：

$$Fz=\frac{V_{ol}}{V}\bullet F_{max};$$

其中，F_{max}为反馈单元产生的压力总值最大值；

所述反馈单元包括7个压力作用单元，处于中心的为1号压力作用单元，处于周围的为2号至7号压力作用单元，所述控制单元根据下式计算出1号压力作用单元的基础比例P_1：

$$P_1=\begin{cases}1,\ S_{ol}\le\frac{\pi}{36}S\\ 1-\left(S_{ol}-\frac{\pi}{36}S\right)\bullet\frac{6\times9}{7\bullet2\pi S},\frac{\pi}{36}S<S_{ol}<\frac{\pi}{4}S\\ \frac{1}{7},\ S_{ol}\ge\frac{\pi}{4}S\end{cases};$$

所述控制单元根据下式计算出2号至7号压力作用单元的基础比例P_i：

$$P_i=(1-P_1)/6,\ i=2,3,4,5,6,7;$$

计算出每个压力作用单元的压力值F_i：

$$F_i=F_z\bullet P_i;$$

所述控制单元根据$\{F_i\}$控制反馈单元中的每个压力作用单元产生对应的压力值。

2.如权利要求1所述的一种基于数字孪生技术的虚拟主播交互体感设计系统，其特征在于，所述交互模块检测出有效面的中心坐标为$(x_0,\ y_0)$，当$\frac{\pi}{36}S<S_{ol}<\frac{\pi}{4}S$时，所述控制单元根据下式计算出比例调整值$\Delta P$：

$$\Delta P = P_1 \bullet \lg\left(\frac{d}{5}+1\right);$$

其中，d为中心坐标与坐标原点的距离；

所述控制单元根据下式对基础比例进行调整：

$$P_1 = P_1 - \Delta P;$$

$$P_i = P_i + k_i \bullet \Delta P,\ \ i = 2,3,4,5,6,7;$$

其中，k_i为i号压力作用单元的调整系数，满足：$\sum_{i=2}^{7} k_i = 1$。

3.如权利要求2所述的一种基于数字孪生技术的虚拟主播交互体感设计系统，其特征在于，所述感应区域有激活与未激活两个状态，所述感应区域默认为未激活状态，当真人穿上可穿戴设备后，所述数据传输单元向所述数字孪生模块发送激活信号，激活与可穿戴设备对应的感应区域，所述交互模块只检测处于激活状态下的感应区域的触碰数据。

4.如权利要求3所述的一种基于数字孪生技术的虚拟主播交互体感设计系统，其特征在于，所述感应单元具有独立的感应编号，所述反馈单元具有独立的反馈编号，所述感应编号与所述反馈编号一一对应，所述感应编号与所述反馈编号的配对信息记录在所述控制单元中。

5.如权利要求4所述的一种基于数字孪生技术的虚拟主播交互体感设计系统，其特征在于，所述有效面的中心所在的坐标系为以柱面中心为坐标原点建立的坐标系，柱面在坐标系中的横、纵坐标取值范围均为$[-15,15]$。

一种基于数字孪生技术的虚拟主播交互体感设计系统

技术领域

[0001] 本发明涉及同步或者图像信号控制领域，具体涉及一种基于数字孪生技术的虚拟主播交互体感设计系统。

背景技术

[0002] 虚拟现实技术，又称虚拟实境或灵境技术，是20世纪发展起来的一项全新的实用技术，虚拟现实技术囊括计算机、电子信息、仿真技术，其基本实现方式是以计算机技术为主，利用并综合三维图形技术、多媒体技术、仿真技术、显示技术、伺服技术等多种高科技的最新发展成果，借助计算机等设备产生一个逼真的三维视觉、触觉、嗅觉等多种感官体验的虚拟世界，从而使处于虚拟世界中的人产生一种身临其境的感觉。但现有系统中的触觉感受远远达不到及视觉感受的真实感，需要一种交互系统来提升体感的真实感。

[0003] 背景技术的前述论述仅意图便于理解本发明。此论述并不认可或承认提及的材料中的任一种公共常识的一部分。

[0004] 现在已经开发出了很多虚拟交互系统，经过我们大量的检索与参考，发现现有的交互系统有如公开号为CN113485392A所公开的系统，这些系统一般包括场景模型数据库，以确保场景模型中的虚拟物体与物理实体的一致性，然后基于传感器数据和物理模型构建虚拟场景，最后在模拟器中对构建的虚拟场景进行渲染；传感器驱动的虚拟场景物体可以进行实时监控，物理模型预测；在完成物理模型的基础上，连接VR设备进行虚拟现实交互。但该系统所创建的虚拟环境具有物理特性，在交互过程中，虚拟环境中的模型也会根据真实的物理规则运动，但却无法给真人一种真实的体感反馈，真人在虚拟环境中的沉浸感有待提高。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于，针对所存在的不足，提出了一种基于数字孪生技术的虚拟主播交互体感设计系统。

[0006] 本发明采用如下技术方案：

[0007] 一种基于数字孪生技术的虚拟主播交互体感设计系统，包括数字孪生模块、交互模块和体感反馈模块，所述数字孪生模块用于检测真人的动作并映射于虚拟主播，所述交互模块用于检测虚拟主播在虚拟环境中的触碰事件，所述体感反馈模块根据触碰事件对真人施加作用力；

[0008] 所述体感反馈模块包括压力作用单元、数据传输单元和控制单元，由多个压力作用单元构成一个反馈单元，所述反馈单元安装于可穿戴设备上，反馈单元产生压力对真人形成交互体感，所述数据传输单元用于与所述交互模块之间传输数据，所述控制单元根据从所述交互模块获取的数据来计算分析得到压力值并控制所述压力作用单元生成对应的压力；

[0009] 所述数字孪生模块产生的虚拟主播模型上存在感应区域，所述感应区域包括若干

个感应单元，所述感应单元与所述反馈单元一一对应，所述感应单元为柱面为正方形的主体，所述感应单元的体积为V，柱面面积为S，所述感应单元能够与虚拟环境中的模型重叠，所述交互模块检测出重叠部分体积为V_{ol}，柱面与模型的重叠面称为有效面，所述交互模块检测出有效面的面积为S_{ol}；

[0010] 所述控制单元根据下式计算出反馈单元需要产生的压力总值Fz：

[0011] $$Fz=\frac{V_{ol}}{V}\bullet F_{max};$$

[0012] 其中，F_{max}为反馈单元产生的压力总值最大值；

[0013] 所述反馈单元包括7个压力作用单元，处于中心的为1号压力作用单元，处于周围的为2号至7号压力作用单元，所述控制单元根据下式计算出1号压力作用单元的基础比例P_1：

[0014] $$P_1=\begin{cases}1, & S_{ol}\le\frac{\pi}{36}S\\ 1-\left(S_{ol}-\frac{\pi}{36}S\right)\bullet\frac{6\times9}{7\bullet2\pi S}, & \frac{\pi}{36}S<S_{ol}<\frac{\pi}{4}S\\ \frac{1}{7}, & S_{ol}\ge\frac{\pi}{4}S\end{cases};$$

[0015] 所述控制单元根据下式计算出2号至7号压力作用单元的基础比例P_i：

[0016] $$P_i=(1-P_1)/6,\quad i=2,3,4,5,6,7;$$

[0017] 计算出每个压力作用单元的压力值F_i：

[0018] $$F_i=F_z\bullet P_i;$$

[0019] 所述控制单元根据$\{F_i\}$控制反馈单元中的每个压力作用单元产生对应的压力值；

[0020] 进一步的，所述交互模块检测出有效面的中心坐标为$(x_0,\ y_0)$，当$\frac{\pi}{36}S<S_{ol}<\frac{\pi}{4}S$时，所述控制单元根据下式计算出比例调整值$\Delta P$：

[0021] $$\Delta P=P_1\bullet\lg\left(\frac{d}{5}+1\right);$$

[0022] 其中，d为中心坐标与坐标原点的距离；

[0023] 所述控制单元根据下式对基础比例进行调整：

[0024] $$P_1=P_1-\Delta P;$$

[0025] $$P_i=P_i+k_i\bullet\Delta P,\quad i=2,3,4,5,6,7;$$

[0026] 其中，k_i为i号压力作用单元的调整系数，满足：$\sum_{i=2}^{7}k_i=1$；

[0027] 进一步的，所述感应区域有激活与未激活两个状态，所述感应区域默认为未激活状态，当真人穿上可穿戴设备后，所述数据传输单元向所述数字孪生模块发送激活信号，激

活与可穿戴设备对应的感应区域，所述交互模块只检测处于激活状态下的感应区域的触碰数据；

[0028] 进一步的，所述感应单元具有独立的感应编号，所述反馈单元具有独立的反馈编号，所述感应编号与所述反馈编号一一对应，所述感应编号与所述反馈编号的配对信息记录在所述控制单元中；

[0029] 进一步的，所述有效面的中心所在的坐标系为以柱面中心为坐标原点建立的坐标系，柱面在坐标系中的横、纵坐标取值范围均为$[-15,15]$。

[0030] 本发明所取得的有益效果是：

[0031] 本系统在虚拟主播中设计了感应区域，感应区域能够与其他模型重叠，本系统通过计算重叠部分的体积来控制反馈的总作用力值，根据重叠面的分布情况来分配总作用力值至各个压力作用单元，使得真人能够得到真实且变化的体感。

[0032] 为使能更进一步了解本发明的特征及技术内容，请参阅以下有关本发明的详细说明与附图，然而所提供的附图仅用于提供参考与说明，并非用来对本发明加以限制。

附图说明

[0033] 图1为本发明整体结构框架示意图；

[0034] 图2为本发明体感反馈模块构成示意图；

[0035] 图3为本发明检测触碰事件的流程示意图；

[0036] 图4为本发明反馈单元中各压力作用单元分布示意图；

[0037] 图5为本发明控制单元处理得到压力数据的流程示意图。

具体实施方式

[0038] 以下是通过特定的具体实施例来说明本发明的实施方式，本领域技术人员可由本说明书所公开的内容了解本发明的优点与效果。本发明可通过其他不同的具体实施例加以施行或应用，本说明书中的各项细节也可基于不同观点与应用，在不悖离本发明的精神下进行各种修饰与变更。另外，本发明的附图仅为简单示意说明，并非依实际尺寸的描绘，事先声明。以下的实施方式将进一步详细说明本发明的相关技术内容，但所公开的内容并非用以限制本发明的保护范围。

[0039] 实施例一。

[0040] 本实施例提供了一种基于数字孪生技术的虚拟主播交互体感设计系统，结合图1，包括数字孪生模块、交互模块和体感反馈模块，所述数字孪生模块用于检测真人的动作并映射于虚拟主播，所述交互模块用于检测虚拟主播在虚拟环境中的触碰事件，所述体感反馈模块根据触碰事件对真人施加作用力；

[0041] 所述体感反馈模块包括压力作用单元、数据传输单元和控制单元，由多个压力作用单元构成一个反馈单元，所述反馈单元安装于可穿戴设备上，反馈单元产生压力对真人形成交互体感，所述数据传输单元用于与所述交互模块之间传输数据，所述控制单元根据从所述交互模块获取的数据来计算分析得到压力值并控制所述压力作用单元生成对应的压力；

[0042] 所述数字孪生模块产生的虚拟主播模型上存在感应区域，所述感应区域包括若干个感应单元，所述感应单元与所述反馈单元一一对应，所述感应单元为柱面为正方形的主体，所述感应单元的体积为V，柱面面积为S，所述感应单元能够与虚拟环境中的模型重叠，所述交互模块检测出重叠部分体积为V_{ol}，柱面与模型的重叠面称为有效面，所述交互模块检测出有效面的面积为S_{ol}；

[0043] 所述控制单元根据下式计算出反馈单元需要产生的压力总值Fz：

[0044] $$Fz=\frac{V_{ol}}{V}\bullet F_{max};$$

[0045] 其中，F_{max}为反馈单元产生的压力总值最大值；

[0046] 所述反馈单元包括7个压力作用单元，处于中心的为1号压力作用单元，处于周围的为2号至7号压力作用单元，所述控制单元根据下式计算出1号压力作用单元的基础比例P_1：

[0047] $$P_1=\begin{cases}1, & S_{ol}\le\frac{\pi}{36}S\\ 1-\left(S_{ol}-\frac{\pi}{36}S\right)\bullet\frac{6\times9}{7\bullet2\pi S}, & \frac{\pi}{36}S<S_{ol}<\frac{\pi}{4}S\\ \frac{1}{7}, & S_{ol}\ge\frac{\pi}{4}S\end{cases};$$

[0048] 所述控制单元根据下式计算出2号至7号压力作用单元的基础比例P_i：

[0049] $$P_i=(1-P_1)/6,\ \ i=2,3,4,5,6,7;$$

[0050] 计算出每个压力作用单元的压力值F_i：

[0051] $$F_i=F_z\bullet P_i;$$

[0052] 所述控制单元根据$\{F_i\}$控制反馈单元中的每个压力作用单元产生对应的压力值；

[0053] 所述交互模块检测出有效面的中心坐标为$(x_0,\ y_0)$，当$\frac{\pi}{36}S<S_{ol}<\frac{\pi}{4}S$时，所述控制单元根据下式计算出比例调整值$\Delta P$：

[0054] $$\Delta P=P_1\bullet\lg\left(\frac{d}{5}+1\right);$$

[0055] 其中，d为中心坐标与坐标原点的距离；

[0056] 所述控制单元根据下式对基础比例进行调整：

[0057] $$P_1=P_1-\Delta P;$$

[0058] $$P_i=P_i+k_i\bullet\Delta P,\ \ i=2,3,4,5,6,7;$$

[0059] 其中，k_i为i号压力作用单元的调整系数，满足：$\sum_{i=2}^{7}k_i=1$；

[0060] 所述感应区域有激活与未激活两个状态，所述感应区域默认为未激活状态，当真

人穿上可穿戴设备后，所述数据传输单元向所述数字孪生模块发送激活信号，激活与可穿戴设备对应的感应区域，所述交互模块只检测处于激活状态下的感应区域的触碰数据；

[0061] 所述感应单元具有独立的感应编号，所述反馈单元具有独立的反馈编号，所述感应编号与所述反馈编号一一对应，所述感应编号与所述反馈编号的配对信息记录在所述控制单元中；

[0062] 所述有效面的中心所在的坐标系为以柱面中心为坐标原点建立的坐标系，柱面在坐标系中的横、纵坐标取值范围均为$[-15,15]$。

[0063] 实施例二。

[0064] 本实施例包含了实施例一中的全部内容，提供了一种基于数字孪生技术的虚拟主播交互体感设计系统，包括数字孪生模块、交互模块和体感反馈模块，所述数字孪生模块用于检测真人的动作并映射于虚拟主播，所述交互模块用于检测虚拟主播在虚拟环境中的触碰事件，所述体感反馈模块用于分析触碰事件并基于触碰事件对真人施加作用力；

[0065] 结合图2，所述体感反馈模块包括压力作用单元、数据传输单元和控制单元，所述压力作用单元设置于可穿戴设备中，用于对真人的接触部位产生可变的压力，所述数据传输单元用于与所述交互模块之间传输数据，所述控制单元对接收的触碰数据进行分析并根据分析结果控制所述压力作用单元产生的压力大小；

[0066] 结合图3，所述数字孪生模块生成的虚拟主播具有感应区域，所述感应区域与所述体感反馈模块中的压力作用单元相对应，所述感应区域能够与虚拟环境中的模型重叠，所述感应区域与模型重叠的现象称为触碰事件，所述交互模块能够对感应区域与模型的重叠空间大小进行检测，检测结果称为触碰数据，所述感应区域有激活与未激活两个状态，所述感应区域默认为未激活状态，当真人穿上可穿戴设备后，所述数据传输单元向所述数字孪生模块发送激活信号，激活与可穿戴设备对应的感应区域，所述交互模块只检测处于激活状态下的感应区域的触碰数据；

[0067] 所述感应区域包括若干个感应单元，多个压力作用单元构成一个呈圆形的反馈单元，每个感应单元具有独立的感应编号，每个反馈单元具有独立的反馈编号，所述感应编号与所述反馈编号一一对应，所述感应编号与所述反馈编号的配对信息记录在所述控制单元中；

[0068] 所述感应单元的体积大小记为V，所述感应单元的体积与感应编号一同记录在所述控制单元中，所述交互模块检测到的感应单元与模型的重叠部分体积大小记为V_{ol}，所述交互模块将V_{ol}与对应的感应编号发送给所述体感反馈模块，所述体感反馈模块中的控制单元根据所述感应编号找到对应的体积V，并根据下式计算出对应的反馈单元产生的压力总值Fz：

[0069] $$Fz=\frac{V_{ol}}{V}\bullet F_{max};$$

[0070] 其中，F_{max}为一个反馈单元产生的压力总值最大值，由可穿戴设备的使用者根据自身情况进行设置；

[0071] 所述交互模块检测重叠部分在感应单元的分布情况，所述控制单元根据分布情况来调整反馈单元中各个压力作用单元产生的实际压力；

[0072] 所述感应单元为一个柱体，柱面为正方形，柱面面积为S，所述感应单元的柱面面积与感应编号一同记录在所述控制单元中，柱面中处于模型重叠的部分称为有效面，有效面面积为S_{o1}，所述交互模块以柱面中心为坐标原点建立坐标系，柱面在坐标系中的横、纵坐标取值范围均为$[-15,15]$，然后计算出有效面中心的坐标(x_0, y_0)，所述交互模块将坐标(x_0, y_0)、有效面积S_{o1}以及感应编号作为分布数据发送给所述体感反馈模块；

[0073] 所述反馈单元由七个压力作用单元按照图4方式分布，处于中间的压力作用单元为1号，其余的压力作用单元按照顺时针顺序依次为2至7号，所述控制单元将发送7个压力数据给所述反馈单元，所述反馈单元中的压力作用单元根据编号顺序以及获取压力数据并产生对应的压力值；

[0074] 结合图5，所述控制单元根据感分布数据得到压力数据的过程包括如下步骤：

[0075] S1、根据下式计算出中心偏离角θ：

[0076] $$\theta = \arctan\left(\frac{y_0}{x_0}\right);$$

[0077] S2、根据下式计算出中心偏移距离d：

[0078] $$d = \sqrt{x_0^2 + y_0^2}$$

[0079] S3、根据下式计算出1号压力作用单元的基础比例P_1：

[0080] $$P_1 = \begin{cases} 1, & S_{o1} \le \frac{\pi}{36}S \\ 1 - \left(S_{o1} - \frac{\pi}{36}S\right) \bullet \frac{6 \times 9}{7 \bullet 2\pi S}, & \frac{\pi}{36}S < S_{o1} < \frac{\pi}{4}S \\ \frac{1}{7}, & S_{o1} \ge \frac{\pi}{4}S \end{cases};$$

[0081] S4、根据下式计算出2号至7号压力作用单元的基础比例P_i：

[0082] $$P_i = (1 - P_1)/6, \quad i = 2,3,4,5,6,7;$$

[0083] S5、当$\frac{\pi}{36}S < S_{o1} < \frac{\pi}{4}S$时，根据中心偏移距离$d$计算出比例调整值$\Delta P$：

[0084] $$\Delta P = P_1 \bullet \lg\left(\frac{d}{5} + 1\right);$$

[0085] S6、对基础比例进行调整：

[0086] $$P_1 = P_1 - \Delta P;$$

[0087] $$P_i = P_i + k_i \bullet \Delta P, \quad i = 2,3,4,5,6,7;$$

[0088] 其中，k_i为i号压力作用单元的调整系数，满足：$\sum_{i=2}^{7} k_i = 1$；

[0089] 当θ处于$\left[\frac{11}{6}\pi,2\pi\right)\cup\left[0,\frac{\pi}{6}\right)$，$\{k_i\}=\left\{1,\frac{2}{3},-\frac{1}{3},-\frac{2}{3},-\frac{1}{3},\frac{2}{3}\right\}$；

[0090] 当θ处于$\left[\frac{\pi}{6},\frac{\pi}{2}\right)$，$\{k_i\}=\left\{\frac{2}{3},1,\frac{2}{3},-\frac{1}{3},-\frac{2}{3},-\frac{1}{3}\right\}$；

[0091] 当θ处于$\left[\frac{\pi}{2},\frac{5\pi}{6}\right)$，$\{k_i\}=\left\{-\frac{1}{3},\frac{2}{3},1,\frac{2}{3},-\frac{1}{3},-\frac{2}{3}\right\}$；

[0092] 当θ处于$\left[\frac{5\pi}{6},\frac{7\pi}{6}\right)$，$\{k_i\}=\left\{-\frac{2}{3},-\frac{1}{3},\frac{2}{3},1,\frac{2}{3},-\frac{1}{3}\right\}$；

[0093] 当θ处于$\left[\frac{7\pi}{6},\frac{3\pi}{2}\right)$，$\{k_i\}=\left\{-\frac{1}{3},-\frac{2}{3},-\frac{1}{3},\frac{2}{3},1,\frac{2}{3}\right\}$；

[0094] 当θ处于$\left[\frac{3\pi}{2},\frac{11\pi}{6}\right)$，$\{k_i\}=\left\{\frac{2}{3},-\frac{1}{3},-\frac{2}{3},-\frac{1}{3},\frac{2}{3},1\right\}$；

[0095] S7、计算出每个压力作用单元的压力值F_i：

[0096] $F_i=F_z\bullet P_i$；

[0097] 所述控制单元将$\{F_i\}$发送给对应的反馈单元，所述反馈单元中的压力作用单元根据的值产生相应的压力。

[0098] 以上所公开的内容仅为本发明的优选可行实施例，并非因此局限本发明的保护范围，所以凡是运用本发明说明书及附图内容所做的等效技术变化，均包含于本发明的保护范围内，此外，随着技术发展其中的元素可以更新的。

图1

图2

图3

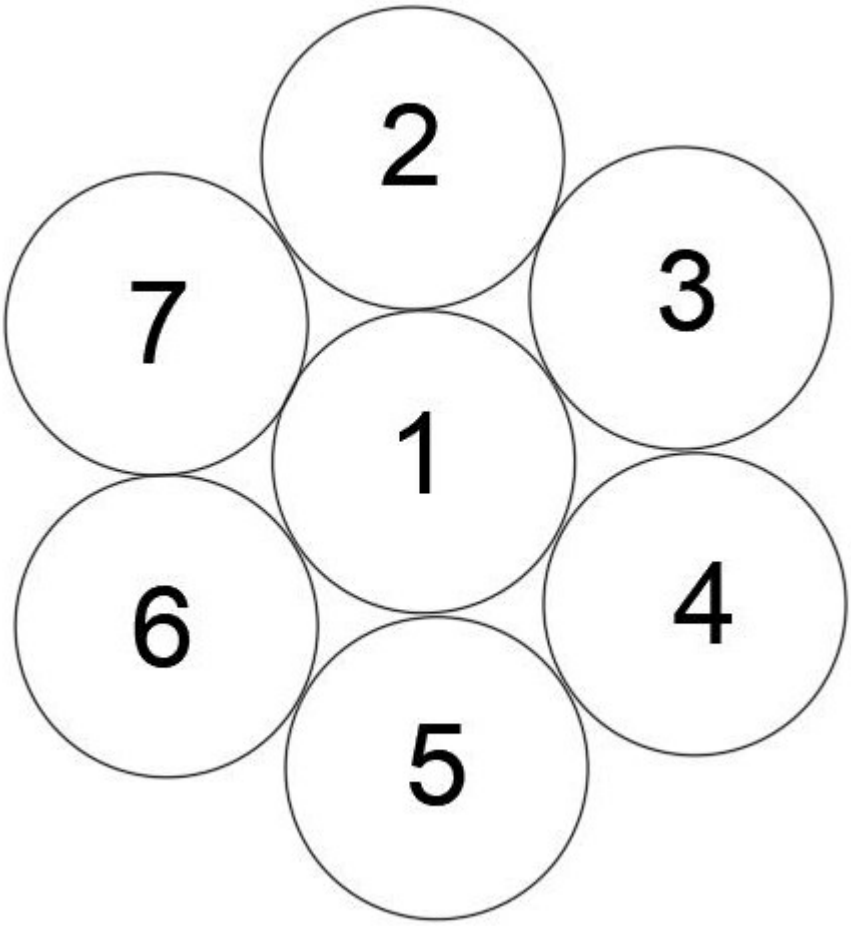

图4

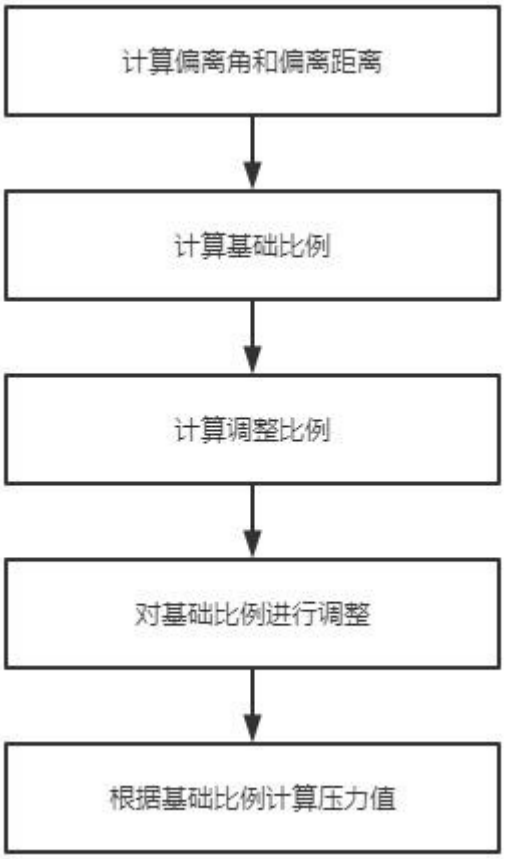

图5