



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107115102 A

(43)申请公布日 2017. 09. 01

(21)申请号 201710422601.5

(22)申请日 2017.06.07

(71)申请人 西南科技大学

地址 621010 四川省绵阳市涪城区青龙大道中段59号西南科技大学

(72)发明人 方艳红 贺健洋 刘怡海 杨雪梅 李瑶

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/11(2006.01)

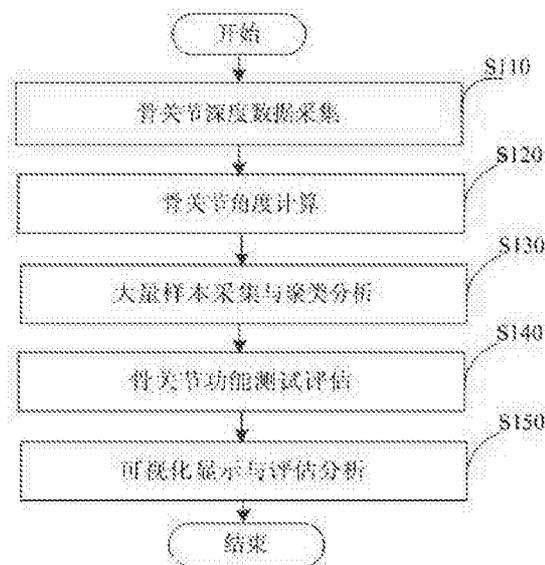
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

## (54)发明名称

一种骨关节功能评估方法与装置

## (57)摘要

本发明公开了一种骨关节空间角度测量与功能评估方法及装置,包括如下三个阶段:第一阶段,使用体感交互设备采集骨关节深度信息,计算骨关节空间角度;第二阶段,依据第一阶段的骨关节空间角度测量方法,通过用K均值聚类算法完成对患有不同骨关节疾病的分类;第三阶段,骨关节功能可视化分析与评估。本发明摆脱传统医学影像成像技术的束缚,能够实时地获取骨关节坐标,测量骨关节的角度,完成人物在自然活动状态下的关节最大屈伸角度的更新,以可视化方式为用户呈现骨关节功能的数字化分析与健康评估,可以为医务人员诊断、治疗方案确立,治疗前后功能对比评价以及康复指导提供一种更客观有效的依据。



1. 一种骨关节功能评估方法,其特征在于,该方法包括如下三个阶段:

第一阶段,使用体感交互设备采集骨关节深度信息,计算关节点之间的空间距离,利用三点法,即获取的其中三个骨关节点之间的距离计算骨关节空间角度;

第二阶段,依据第一阶段的骨关节空间角度测量方法,在自然状态下分别对不同种类的骨关节疾病患者进行关节最大屈伸角度测量,在足够的样本数量下,通过用K均值聚类算法完成对患有不同骨关节疾病的分类,并以此作为健康评估的标准;

第三阶段,数字化精确显示骨关节空间角度,动态更新骨关节的最大屈伸角度,实现骨关节功能可视化分析与功能评估。

2. 一种骨关节功能评估装置,其特征是,包括Kinect设备以及配套的软件系统,其中软件系统执行上述权利要求1所述的骨关节功能评估方法。

## 一种骨关节功能评估方法与装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及骨关节功能健康评估技术领域,具体而言,涉及一种骨关节空间角度测量与功能评估方法及装置。

### 背景技术

[0002] 骨关节疾病是临床常见病、多发病,患病率随着年龄增长而增加。近年来,有关骨关节疾病的诊断与功能评估,大都基于医生临床查体,医学影像成像技术,通过分析MRI、CT、X线检查结果,根据经验对病情做出大致判断与分析,制定相应救治方案,并以此作为后期康复指导的依据,总体来讲以医生的主观判断与评价为基础,缺乏病人客观、精确的功能参数分析。另外,现有医学影像设备有辐射且价格相对昂贵,不适合长期康复治疗的效果评估与药物指导。

[0003] 为了解决以上问题,人们开始将步态分析引入到骨关节疾病的诊断与功能评估中,如基于步态分析的运动康复评价、步态分析在老年人跌倒中的应用等,它们的研究为骨关节病的诊治与预防提供了很好的理论研究基础。但是,由于人体步态涉及到髋关节、膝关节、踝关节等多个部位关节自主运动,每个关节的变化都会引起整体步态图像的变化,步态图像的实时获取、处理以及骨关节功能参数的实时计算成为骨关节疾病临床诊断与评价中的一个技术难题。

[0004] 随着计算机信息技术的发展,基于增强现实的体感交互设备得到了迅速的发展应用,如微软公司2010年发布的Kinect、英特尔公司2016年先后推出新款3D实感摄像头R200、SR300,这些3D实感摄像设备具有的最大特点是可捕捉物体在场景中的深度位置信息,对物体的空间位置变化做出精确的跟踪与定位。其中由于Kinect具备人体整体骨骼信息的跟踪与定位而逐步被应用于医学应用研究上,如基于Kinect的康复训练系统,基于Kinect深度信息的三维重建等。但是,由于骨关节疾病种类的繁多性,仅依靠体感交互设备获得的深度位置信息还不能对各种骨关节疾病做出量化分析,也不能实现临床医学评价。

[0005] 人体骨关节健康评估的参数有很多,比如角度参数,肌肉痛感,个人骨骼情况等,其中角度参数作为人体骨关节健康状况评估的一项重要参数,在实现人体骨关节健康评估的过程中起到了关键性作用。如何结合人体骨关节空间角度的计算与角度特征数据的实际聚类与分析,得出不同关节状态的表现形式和活动范围已成为骨关节的健康状态评估的一个新难点。

### 发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明提供一种骨关节功能评估方法及装置,以解决上述问题。

[0007] 一种骨关节功能评估方法及装置,装置包括Kinect设备以及用于骨关节空间角度测量与功能评估的配套软件系统,方法包括如下三个阶段:

第一阶段:使用体感交互设备采集骨关节深度信息,计算关节点之间的距离,利用三点法,即获取的其中三个骨关节点之间的距离计算骨关节空间角度,具体包括:

1) 使用体感交互设备采集骨关节深度信息,确定各个关节的位置,计算其深度图像坐标;

2) 根据深度图像坐标到空间点坐标的转换公式,计算各关节的空间点坐标;

3) 利用欧式距离求出两两关节之间的距离;

4) 利用三点法计算骨关节空间角度。

[0008] 第二阶段:依据第一阶段的骨关节空间角度测量方法,在自然状态下分别对不同种类的骨关节疾病患者进行关节最大屈伸角度测量,在足够的样本数量下,通过用K均值聚类算法完成对患有不同骨关节疾病的分类,并以此作为健康评估的标准,具体包括:

1) 对正常骨关节的生长情况进行测量收集,得出健康功能的数据范围;

2) 对患有骨关节疾病的关节数据进行收集整理,通过 K均值聚类算法对患病情况的数据进行具体的分类。

[0009] 第三阶段:数字化精确显示骨关节空间角度,动态更新骨关节的最大屈伸角度,实现骨关节功能可视化分析与功能评估,具体包括:

1) 以可视化方式实时显示各骨关节的角度信息和最大伸曲角度;

2) 通过系统捕获的角度信息和聚类分析的数据结果比对,完成人体骨关节功能的健康状况评估。

[0010] 人体骨关节健康评估的参数有很多,比如不同运动状态下的角度特征,肌肉痛感,个人先天性骨骼情况等,角度参数作为人体骨关节健康状况评估的一项重要参数,其在实现人体骨关节健康评估的过程中起到了关键性作用。本专利与现有装置及技术相比,将骨关节的最大屈伸角度作为聚类的主要参数,通过对人体关节屈伸的活动范围的观察与分析,可以完成对不同状态的骨关节角度特征的分类。

[0011] 进一步地,本发明的技术方案中,通过对大量实测数据进行聚类分析,可以得出不同类别,分析出健康的关节角度标准。利用聚类分析,可以完成对不同角度特征的关节数据的聚类,系统结果真实有效且准确度较高,通过对聚类结果的分析,可以实现对不同角度特征的角度检测,对屈曲不足,伸展不足,或系统测量出错的数据都当单独归于一类。姿势问题导致的结果差异较为明显,不纳入聚类范围。

[0012] 进一步,本专利整个装置人机交互界面良好,测量结果可以直接显示到操作界面,用户通过简单的操作即可完成对人体不同关节处的角度测量和功能评估;本装置不仅可以数字化显示患者在自然环境下的各关节角度参数还可以用于患者骨关节活动的动态监测,监测骨关节的详细生长状况并记录显示相关参数,同时对骨关节疾病进行分类评估,由此作为医生分析治疗的参考,能为患者提供最佳的治疗方案,还可以对骨关节患者术后的矫治效果进行初步评价和后期跟踪监测,以期为临床提供参考,提高骨科疾患诊治水平。

[0013] 为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举较佳实施例,并配合所附图,作详细说明如下。

## 附图说明

[0014] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这

些附图获得其他相关的附图。

[0015] 图1是本发明一种实施例的骨关节功能评估方法的流程示意图。

[0016] 图2是本发明一种实施例的分类评估算法流程示意图。

[0017] 图3是本发明一种实施例的骨关节功能评估软件界面示意图。

### 具体实施方式

[0018] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。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。

[0019] 如图1所示,本发明一种实施例的骨关节功能评估方法及装置,包括如下步骤。

[0020] 步骤S110,骨关节深度数据采集。

[0021] 作为一种实施方式,对人体骨关节空间角度的测量与计算必须事先完成对骨关节的数据采集。利用体感交互设备Kinect完成对人体的检测跟踪,通过交互环境的配置和驱动程序的编写可以有效完成对骨关节数据的采集,具体过程包括人物控制与骨骼点的绑定,骨架系统的生成和实时监测。通过对人物运动的控制与实时监测,获取到人体下肢的各个关节坐标,完成数据的采集。

[0022] 步骤S120,骨关节空间角度计算。

[0023] 作为一种实施方式,对骨关节空间角度计算是根据空间点坐标计算关节点之间的欧式距离,然后根据三点法计算骨关节空间角度。具体计算方法如下。

[0024] 假设两骨关节点的空间坐标分别为 $(x_1, y_1, z_1)$ ,  $(x_2, y_2, z_2)$ , 则两关节点之间的欧式距离计算公式如下。

$$D(X, Y) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$$

[0025] 求解人体关节点连线之间的角度主要是利用三点法,即通过获取的三个关节点的空间坐标计算两两节点之间的欧氏距离,然后依据余弦定理计算出关节点连线之间的角度,例如,假设三个空间点A,B,C分别代表左脚髌关节坐标 $(x_1, y_1, z_1)$ 、膝关节坐标 $(x_2, y_2, z_2)$ 、

踝关节坐标 $(x_3, y_3, z_3)$ , 那么髌关节到膝关节的空间向量 $\vec{a} = (x_1 - x_2, y_1 - y_2, z_1 - z_2)$ ,

膝关节到踝关节的空间向量 $\vec{b} = (x_3 - x_2, y_3 - y_2, z_3 - z_2)$ , 大腿和小腿的空间夹角,即膝关节角度计算公式如下。

$$\theta = \arccos \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| |\vec{b}|}$$

[0026] 步骤S130,大量样本采集与聚类分析。

[0027] 实现Kinect的骨关节空间角度测量方法后,可以进行大量样本采集,包括正常骨关节数据搜集与病态骨关节搜集,然后通过聚类分析,完成对患有不同骨关节疾病的分类,并以此作为分类标准。

[0028] 作为一种实施方式,系统采用K均值聚类算法完成数据的分类,首先对正常的骨关节数据进行分析,得出标准的数据范围,再以正常的数据范围为分析比对的标准,对不同关节状况的骨关节角度数据进行收集整理,通过K均值聚类算法对不同状况关节数据进行具体的聚类分析,得出各个关节状态的数据范围与聚类中心点,并计算它们的误差平方和,以供系统对检测到的人体骨关节数据进行有效的健康评估和早期疾病诊断。具体聚类分析算法详见后续图2说明。

[0029] 步骤S140,骨关节功能测试评估。

[0030] 作为一种实施方式,对后续样例的骨关节功能分析与评估可依据步骤S130得出的分类标准,判断当前样本属于哪一类,进行样本评估与测试。

[0031] 步骤S150,可视化显示与评估分析。

[0032] 作为一种实施方式,本实施例的可视化显示基于Unity3D开发平台,运用C#编程语言实现界面的可视化操作与测试评估。通过 Kinect 骨骼跟踪和测量角度的实时显示,动态更新骨关节的最大屈伸角度,依据步骤S140获得的测试评估结果,完成骨关节功能分析。

[0033] 如图2所示,本发明一种实施例的骨关节功能分类评估算法流程示意图,包括如下步骤。

[0034] 步骤S210,初始化样本数据,确定聚类数 $n$ 。

[0035] 作为一种实施方式,本实施例需要首先采集大量样本,对样本进行分类分析。假设获得大样本的 $k$ 例病例数据,以髋关节,膝关节,踝关节和左右脚共12个数据分为6种情况,进行6次聚类,聚类数为 $n$  ( $n > 1$ )。

[0036] 步骤S220,初始化 $n$ 个聚类的中心坐标。

[0037] 某一次聚类中,给定当前点的坐标意义,假定当前点对象 $x$ 表示左脚髋关节屈曲角度, $y$ 表示左脚髋关节伸展角度,初始化 $n$ 个聚类的中心坐标 $point1[n]$ 。

[0038] 步骤S230,计算 $k$ 组数据与中心点的距离平方之和。

[0039] 按照当前聚类中心坐标 $point1[n]$ 进行聚类,即将与类中心相近的聚为一类,计算此时 $k$ 组数据与中心点 $point1[n]$ 的距离平方之和 $sum1$ ,并找出新的类的中心坐标 $point2[n]$ 。

[0040] 步骤S240,计算 $k$ 组数据与新中心点的距离平方之和。

[0041] 计算此时 $k$ 组数据与新中心点 $point2[n]$ 的距离平方之和 $sum2$ 。

[0042] 步骤S250,判断 $sum1$ 的值是否与 $sum2$ 的值相等。

[0043] 如果相等,进入步骤S260;不相等返回步骤S230。

[0044] 步骤S260,当前聚类已经是最优,保存当前 $n$ 个聚类的中心坐标。

[0045] 当前聚类已经是最优,获得的聚类集中,相同的类会有相似的特征病例,保存当前 $n$ 个聚类的中心坐标 $point[n]$ 。

[0046] 如图3所示,本发明一种实施例的骨关节功能评估软件界面示意图,包括如下部分。

[0047] 左侧是对软件的控制按钮,中间显示的是骨关节和步态的测试数据,右侧的两个

图像分别是上方的摄像头捕捉到的图像的深度信息以及下方的摄像头捕捉到的图像的色彩信息。软件运行时,待测试人员站在摄像头前方时并且能够在右方看到[0002]完整的全身图像,即可点击启动评估系统,然后软件就会开始进行骨关节的角度测量。骨关节空间角度测量时,是按照一个髋关节,膝关节,踝关节的顺序,并且在其中按照先左脚再右脚的顺序,测试人员需要按照正确的顺序进行测量,未测试的关节数据会在旁边提示未测试,正在测试的数据会显示测试中,当前测试完成时需要手动点击测试下一个,若是测试人员进行测量时有所失误使数据错误,可以点击重新测试按钮。当所有关节测试完成时可以点击健康评估分析按钮进行简单的关节健康评估分析。若是要测量步态,则需要在测试人员在摄像头的可视范围内,先点击测量步态,再按照预定的走路姿势,如正常的行走,上楼梯,过障碍等,当测试人员行走后双脚并拢即表示步态的数据录入停止,软件停止数据录入,此时可以点击步态数据显示获得当前测试中的步态情况,如步态周期,单足支撑期,双足支撑期等,方便进行步态分析。

[0048] 与现有技术相比,本发明实施例提供一种骨关节功能评估方法及装置,是基于最新的增强现实体感交互设备应用,实现的具有骨关节空间角度数字化的功能评估系统是一项新技术的临床医学应用;通过对大量样本聚类分析,形成科学客观的标准,是一项具有创新性的标准。人们可以利用此项技术对骨关节疾病进行早诊断早治疗和预防,降低病情恶化带来的骨关节手术的可能性;同时也可以跟踪搜集骨关节畸形矫正手术后患者的恢复信息,调查患者的病情情况,提高诊断治疗效果。

[0049] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的方法,也可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,附图中的流程图和框图显示了根据本发明的多个实施例的装置、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或代码的一部分,所述模块、程序段或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。也应当注意,在有些作为替换的实现方式中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如,两个连续的方框实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这依所涉及的功能而定。也要注意的,框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合,可以用执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现,或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

[0050] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

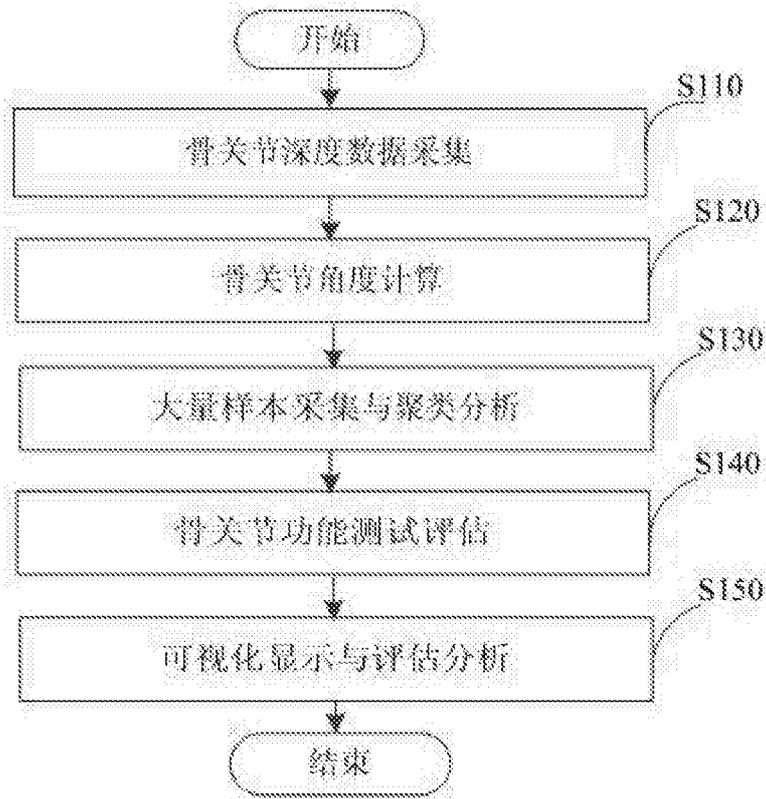


图1

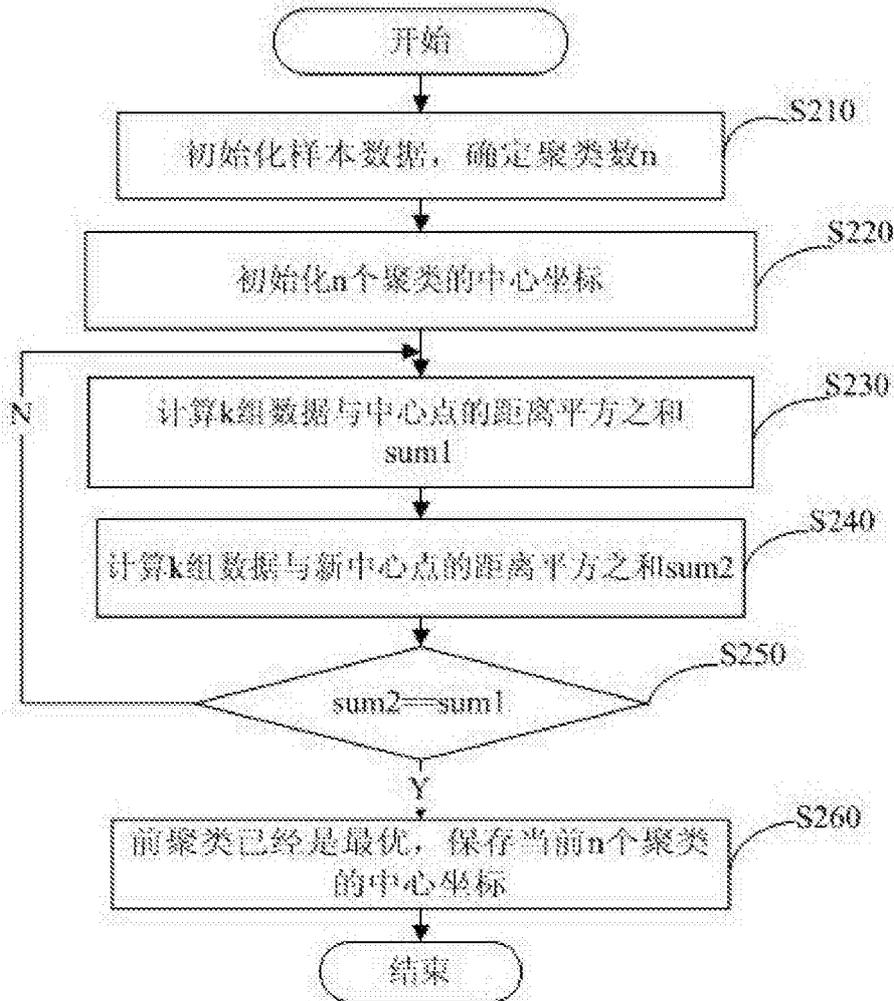


图2

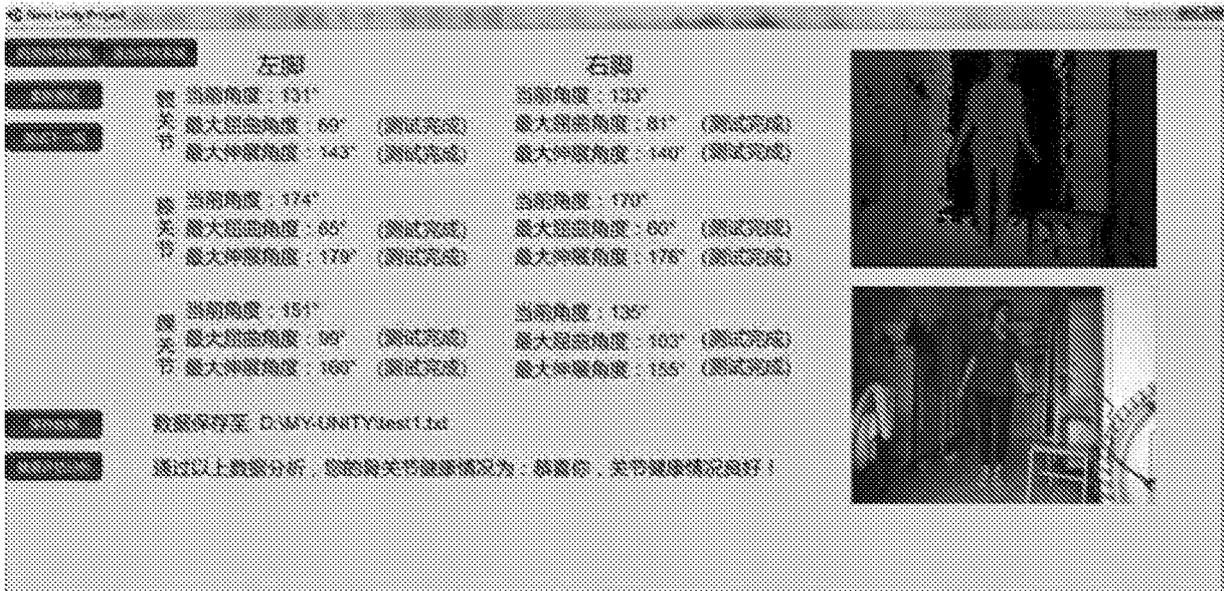


图3