



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109272488 B

(45) 授权公告日 2021.08.20

(21) 申请号 201810936267.X

G06T 17/20 (2006.01)

(22) 申请日 2018.08.16

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 104091365 A, 2014.10.08

申请公布号 CN 109272488 A

CN 102885626 A, 2013.01.23

(43) 申请公布日 2019.01.25

CN 1225001 A, 1999.08.04

(73) 专利权人 深圳大学

CN 1255323 A, 2000.06.07

地址 518060 广东省深圳市南山区南海大道3688号

US 2018140309 A1, 2018.05.24

(72) 发明人 张小燕 刘贤强

吕连军.“髌关节受力分析及其虚拟研究”.

《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2010,第I138-828页.

(74) 专利代理机构 深圳青年人专利商标代理有限公司 44350

审查员 周苏玲

代理人 吴桂华

(51) Int.Cl.

G06T 7/00 (2017.01)

G06T 7/33 (2017.01)

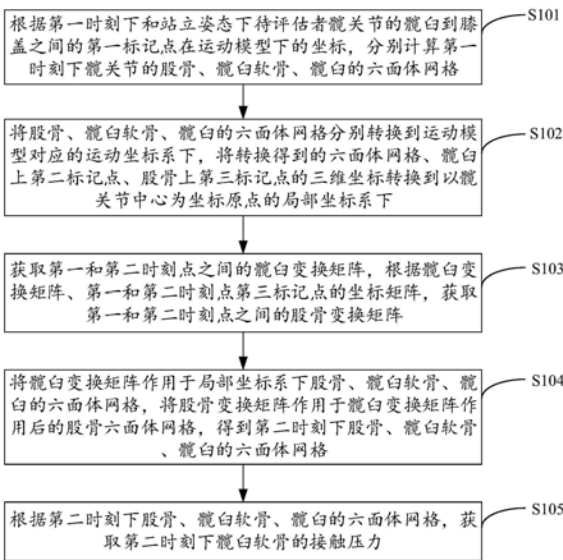
权利要求书3页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

一种人体髌关节的运动受力变化评估方法及装置

(57) 摘要

本发明适用计算机技术领域,提供了一种人体髌关节的运动受力变化评估方法及装置,包括:计算待评估者第一时刻下髌关节的股骨、髌白软骨、髌白的六面体网格;将六面体网格分别转换到运动模型对应的运动坐标系下,将转换得到的六面体网格、髌白上第二标记点、股骨上第三标记点的三维坐标转换到以髌关节中心为坐标原点的局部坐标系下;获取第一和第二时刻点之间的髌白变换矩阵,获取第一和第二时刻点之间的股骨变换矩阵;将髌白变换矩阵作用于局部坐标系下股骨、髌白软骨、髌白的六面体网格,将股骨变换矩阵作用于髌白变换矩阵作用后的股骨六面体网格,根据得到的六面体网格,获取第二时刻下髌白软骨的接触压力,从而提高了髌关节压力评估的精确度。



1. 一种人体髌关节的运动受力变化评估方法,其特征在于,包括下述步骤:

根据第一时刻下和站立姿态下待评估者髌关节的髌臼到膝盖之间的第一标记点在运动模型下的坐标,分别计算所述第一时刻下所述髌关节的股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格;

根据获得的坐标转换关系将所述股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格分别转换到所述运动模型对应的运动坐标系下,将转换得到的六面体网格、所述髌臼上第二标记点、所述股骨上第三标记点的三维坐标转换到以髌关节中心为坐标原点的局部坐标系下;

根据第一和第二时刻点所述第二标记点的坐标矩阵,获取所述第一和第二时刻点之间的髌臼变换矩阵,根据所述髌臼变换矩阵、第一和第二时刻点所述第三标记点的坐标矩阵,获取所述第一和第二时刻点之间的股骨变换矩阵;

将所述髌臼变换矩阵作用于所述局部坐标系下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,将所述股骨变换矩阵作用于所述髌臼变换矩阵作用后的股骨六面体网格,得到所述第二时刻下所述股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格;

根据所述第二时刻下所述股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,获取所述第二时刻下所述髌臼软骨的接触压力。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,分别计算所述第一时刻下所述髌关节的股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格的步骤之前,还包括:

获取运动时所述第二标记点和第三标记点的三维坐标变化,以得到所述待评估者髌关节的所述运动模型;

获取所述站立姿态下所述髌关节的运动身体轮廓,根据所述运动身体轮廓和所述髌关节的身体解剖轮廓,对所述髌关节的三维网格解剖模型和所述运动模型进行配准;

根据所述站立姿态下所述第一标记点在所述三维网格解剖模型和所述运动模型下的坐标,获取所述三维网格解剖模型和所述运动模型的坐标转换关系。

3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,获取运动时所述第二标记点和第三标记点的三维坐标变化,以得到所述待评估者髌关节的所述运动模型的步骤之前,还包括:

对所述站立姿态下所述待评估者的髌关节CT图像进行图像分割,以得到所述股骨、髌臼软骨、髌臼的三角片以及所述身体解剖轮廓;

根据所述股骨、髌臼软骨、髌臼的三角片,重建所述股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,以得到所述髌关节的三维网格解剖模型。

4. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,获取所述站立姿态下所述髌关节的运动身体轮廓,根据所述运动身体轮廓和所述髌关节的身体解剖轮廓,对所述髌关节的三维网格解剖模型和所述运动模型进行配准的步骤,包括:

使用三维扫描仪获取所述站立姿态下所述待评估者所述髌关节的运动身体轮廓;

通过所述髌关节上的预设关键部位将所述髌关节的解剖身体表面和运动身体表面在解剖坐标系下重合在一起,对所述三维网格解剖模型和运动模型进行配准,以得到所述站立姿态下第一标记点在所述三维网格解剖模型和运动模型下的坐标。

5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,根据所述髌臼变换矩阵、第一和第二时刻点所述第三标记点的坐标矩阵,获取所述第一和第二时刻点之间的股骨变换矩阵的步骤,包括:

根据所述髌臼变换矩阵以及所述第一时刻下第三标记点的坐标矩阵,获取股骨第三标记点在所述髌臼变换矩阵下的坐标矩阵;

根据所述第二时刻点所述第三标记点的坐标矩阵以及所述第三标记点在所述髌臼变换矩阵下的坐标矩阵,获取所述股骨变换矩阵。

6. 一种人体髌关节的运动受力变化评估装置,其特征在于,包括:

网格计算单元,用于根据第一时刻下和站立姿态下待评估者髌关节的髌臼到膝盖之间的第一标记点在运动模型下的坐标,分别计算所述第一时刻下所述髌关节的股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格;

坐标转换单元,用于根据获得的坐标转换关系将所述股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格分别转换到所述运动模型对应的运动坐标系下,将转换得到的六面体网格、所述髌臼上第二标记点、所述股骨上第三标记点的三维坐标转换到以髌关节中心为坐标原点的局部坐标系下;

矩阵获取单元,用于根据第一和第二时刻点所述第二标记点的坐标矩阵,获取所述第一和第二时刻点之间的髌臼变换矩阵,根据所述髌臼变换矩阵、第一和第二时刻点所述第三标记点的坐标矩阵,获取所述第一和第二时刻点之间的股骨变换矩阵;

网格获取单元,用于将所述髌臼变换矩阵作用于所述局部坐标系下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,将所述股骨变换矩阵作用于所述髌臼变换矩阵作用后的股骨六面体网格,得到所述第二时刻下所述股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格;以及

压力获取单元,用于根据所述第二时刻下所述股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,获取所述第二时刻下所述髌臼软骨的接触压力。

7. 如权利要求6所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

运动模型获取单元,用于获取运动时所述第二标记点和第三标记点的三维坐标变化,以得到所述待评估者髌关节的所述运动模型;

模型配准单元,用于获取所述站立姿态下所述髌关节的运动身体轮廓,根据所述运动身体轮廓和所述髌关节的身体解剖轮廓,对所述髌关节的三维网格解剖模型和所述运动模型进行配准;以及

转换获取单元,用于根据所述站立姿态下所述第一标记点在所述三维网格解剖模型和所述运动模型下的坐标,获取所述三维网格解剖模型和所述运动模型的坐标转换关系。

8. 如权利要求7所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

图像分割单元,用于对所述站立姿态下所述待评估者的髌关节CT图像进行图像分割,以得到所述股骨、髌臼软骨、髌臼的三角片以及所述身体解剖轮廓;以及

网格重建单元,用于根据所述股骨、髌臼软骨、髌臼的三角片,重建所述股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,以得到所述髌关节的三维网格解剖模型。

9. 如权利要求7所述的装置,其特征在于,所述模型配准单元包括:

轮廓获取单元,用于使用三维扫描仪获取所述站立姿态下所述待评估者所述髌关节的运动身体轮廓;以及

模型配准子单元,用于通过所述髌关节上的预设关键部位将所述髌关节的解剖身体表面和运动身体表面在解剖坐标系下重合在一起,对所述三维网格解剖模型和运动模型进行配准,以得到所述站立姿态下第一标记点在所述三维网格解剖模型和运动模型下的坐标。

10. 如权利要求6所述的装置,其特征在于,所述矩阵获取单元包括:

坐标矩阵获取单元,用于根据所述髋臼变换矩阵以及所述第一时刻下第三标记点的坐标矩阵,获取股骨第三标记点在所述髋臼变换矩阵下的坐标矩阵;以及

变换矩阵获取单元,用于根据所述第二时刻点所述第三标记点的坐标矩阵以及所述第三标记点在所述髋臼变换矩阵下的坐标矩阵,获取所述股骨变换矩阵。

一种人体髋关节的运动受力变化评估方法及装置

技术领域

[0001] 本发明属于计算机技术领域,尤其涉及一种人体髋关节的运动受力变化评估方法及装置。

背景技术

[0002] 在人们的日常活动中,髋关节在承受身体重量方面具有很重要的作用,健康的髋关节每天可能需要承受数以千次的超过身体重量几倍的高压力作用。由于髋关节受到这么多力的作用,所以容易遭受许多疾病的影响,髋关节炎是世界上最常见的肌肉骨骼疾病之一,因此找到髋关节炎形成的原因是远离此疾病的一个有效方法。在形成髋关节炎的过程中接触压力的异常是最显著的特征,所以量化在日常活动中髋臼软骨的接触压力的方法,对髋关节炎相关的临床方面具有重要的指导作用。由于人体髋关节部位具有复杂的生理结构以及对于实验者只能进行非伤害性实验的原因,一般情况下,现有技术会使用有限元分析方法在模拟模型上对髋臼软骨进行接触压力的分析。

[0003] 然而,现有技术主要对日常活动中某个动作的一个时刻,并采用通用的理想化模型进行髋臼软骨接触压力分析。由于人们的日常活动是一个动态连续的过程,所以只对一个静态的姿势进行分析不能充分地表现髋臼软骨在运动过程中接触压力的变化规律。采用通用的理想化模型在一定程度上可以体现髋臼软骨在运动过程中的变化情况,但每个人髋关节的解剖模型都具有唯一性,所以通用的模型并不能准确地量化具体某个人的髋臼软骨的受力情况。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种人体髋关节的运动受力变化评估方法及装置,旨在解决由于现有髋关节的运动受力变化评估方法不能准确量化单个人的髋臼软骨受力的问题。

[0005] 一方面,本发明提供了一种人体髋关节的运动受力变化评估方法,包括下述步骤:

[0006] 根据第一时刻下和站立姿态下待评估者髋关节的髋臼到膝盖之间的第一标记点在运动模型下的坐标,分别计算所述第一时刻下所述髋关节的股骨、髋臼软骨、髋臼的六面体网格;

[0007] 根据获得的坐标转换关系将所述股骨、髋臼软骨、髋臼的六面体网格分别转换到所述运动模型对应的运动坐标系下,将转换得到的六面体网格、所述髋臼上第二标记点、所述股骨上第三标记点的三维坐标转换到以髋关节中心为坐标原点的局部坐标系下;

[0008] 根据所述第一和第二时刻点所述第二标记点的坐标矩阵,获取所述第一和第二时刻点之间的髋臼变换矩阵,根据所述髋臼变换矩阵、第一和第二时刻点所述第三标记点的坐标矩阵,获取所述第一和第二时刻点之间的股骨变换矩阵;

[0009] 将所述髋臼变换矩阵作用于所述局部坐标系下股骨、髋臼软骨、髋臼的六面体网格,将所述股骨变换矩阵作用于所述髋臼变换矩阵作用后的股骨六面体网格,得到所述第二时刻下所述股骨、髋臼软骨、髋臼的六面体网格;

[0010] 根据所述第二时刻下所述股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,获取所述第二时刻下所述髌臼软骨的接触压力。

[0011] 另一方面,本发明提供了一种人体髌关节的运动受力变化评估装置,其特征在于,包括:

[0012] 网格计算单元,用于根据第一时刻下和站立姿态下待评估者髌关节的髌臼到膝盖之间的第一标记点在运动模型下的坐标,分别计算所述第一时刻下所述髌关节的股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格;

[0013] 坐标转换单元,用于根据获得的坐标转换关系将所述股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格分别转换到所述运动模型对应的运动坐标系下,将转换得到的六面体网格、所述髌臼上第二标记点、所述股骨上第三标记点的三维坐标转换到以髌关节中心为坐标原点的局部坐标系下;

[0014] 矩阵获取单元,用于根据所述第一和第二时刻点所述第二标记点的坐标矩阵,获取所述第一和第二时刻点之间的髌臼变换矩阵,根据所述髌臼变换矩阵、第一和第二时刻点所述第三标记点的坐标矩阵,获取所述第一和第二时刻点之间的股骨变换矩阵;

[0015] 网格获取单元,用于将所述髌臼变换矩阵作用于所述局部坐标系下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,将所述股骨变换矩阵作用于所述髌臼变换矩阵作用后的股骨六面体网格,得到所述第二时刻下所述股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格;以及

[0016] 压力获取单元,用于根据所述第二时刻下所述股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,获取所述第二时刻下所述髌臼软骨的接触压力。

[0017] 本发明将运动模式下待评估者髌关节六面体网格、髌臼上第二标记点、股骨上第三标记点的三维坐标转换到以髌关节中心为坐标原点的局部坐标系下,根据第一和第二时刻点第二标记点的坐标矩阵,获取第一和第二时刻点之间的髌臼变换矩阵,根据髌臼变换矩阵、第一和第二时刻点第三标记点的坐标矩阵,获取第一和第二时刻点之间的股骨变换矩阵,将髌臼变换矩阵作用于局部坐标系下髌关节六面体网格,将股骨变换矩阵作用于髌臼变换矩阵作用后的股骨六面体网格,得到第二时刻下髌关节的六面体网格,根据第二时刻下髌关节六面体网格,获取第二时刻下髌臼软骨的接触压力,从而得到运动周期内待评估者任意时刻髌臼软骨的接触压力,提高了运动过程中髌臼软骨接触压力的评估准确度。

附图说明

[0018] 图1是本发明实施例一提供的人体髌关节的运动受力变化评估方法的实现流程图;

[0019] 图2是本发明实施例二提供的人体髌关节的运动受力变化评估方法的实现流程图;

[0020] 图3是本发明实施例四提供的人体髌关节的运动受力变化评估装置的结构示意图;以及

[0021] 图4是本发明实施例五提供的人体髌关节的运动受力变化评估装置的优选结构示意图。

具体实施方式

[0022] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0023] 以下结合具体实施例对本发明的具体实现进行详细描述:

[0024] 实施例一:

[0025] 图1示出了本发明实施例一提供的人体髌关节的运动受力变化评估方法的实现流程,为了便于说明,仅示出了与本发明实施例相关的部分,详述如下:

[0026] 在步骤S101中,根据第一时刻下和站立姿态下待评估者髌关节的髌臼到膝盖之间的第一标记点在运动模型下的坐标,分别计算第一时刻下髌关节的股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格。

[0027] 本发明实施例适用于医疗、康复或保健设备,以用于对待评估者髌关节的运动受力进行分析、观测,待评估者髌关节包括股骨、髌臼软骨和髌臼部位,第一标记点位于待评估者髌臼到膝盖之间的左右两侧,用于对预设关键部位进行标记。优选地,第一标记点的数量为12个(左、右两侧各6个),从而减少运动过程中由于标记点过多而发生相互干扰的概率,同时保证标记的效果,以最大程度地反映髌关节的坐标变化。第一时刻为日常各种运动的一运动周期中选择的起始时刻,例如,散步、慢跑或快跑中一步的起始时刻,站立姿态为待评估者非运动状态下正常站立时的状态。运动模型由运动过程中髌关节中预设关键部位(例如,股骨和髌臼)的三维坐标变化表示。

[0028] 在获取髌关节的六面体网格表示时,根据第一时刻下待评估者髌关节的髌臼到膝盖之间的第一标记点在运动模型下的坐标、站立姿态下待评估者髌关节的髌臼到膝盖之间的第一标记点在运动模型下的坐标,分别计算第一时刻下髌关节的股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,从而使用六面体网格准确地对第一时刻下髌关节的股骨、髌臼软骨、髌臼进行表示,提高了后续髌臼软骨受力评估的准确度。

[0029] 在步骤S102中,根据获得的坐标转换关系将股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格分别转换到运动模型对应的运动坐标系下,将转换得到的六面体网格、髌臼上第二标记点、股骨上第三标记点的三维坐标转换到以髌关节中心为坐标原点的局部坐标系下。

[0030] 在本发明实施例中,坐标转换关系描述了由髌关节的三维网格解剖模型到运动模型的坐标转换方式,这样,为了得到运动模型下髌关节的对应六面体网格,在得到坐标转换方式后,可将股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格转换到运动模型下的对应六面体网格。由于运动过程中股骨、髌臼软骨、髌臼相对于髌关节中心的距离不会发生变化,因此,根据转换得到的六面体网格、髌臼上第二标记点、股骨上第三标记点的三维坐标转换到以髌关节中心为坐标原点的局部坐标系下,从而利用局部坐标系来表示运动过程中股骨和髌臼的变化关系,提高了下一时刻后续髌臼软骨受力评估的准确度。

[0031] 第二标记点和第三标记点位于待评估者髌关节右侧,第二标记点设置在髌臼上,第三标记点设置在股骨上,以分别对髌臼和股骨的位置变化进行跟踪。优选地,第二标记点和第三标记点的数量分别为8和14,从而减少运动过程中由于标记点过多而发生标记点相互干扰的概率,同时保证标记的效果,位于待评估者髌关节右侧的第一标记点与第二标记点和第三标记点中部分标记点重合(重合标记点即为相同的标记点),从而减少不必要的标

记点、降低标记点相互干扰的概率。

[0032] 在步骤S103中,根据第一和第二时刻点第二标记点的坐标矩阵,获取第一和第二时刻点之间的髌臼变换矩阵,根据髌臼变换矩阵、第一和第二时刻点第三标记点的坐标矩阵,获取第一和第二时刻点之间的股骨变换矩阵。

[0033] 在本发明实施例中,在获取第一和第二时刻点之间的髌臼变换矩阵时,直接根据第一和第二时刻点第二标记点的坐标矩阵,获取第一和第二时刻点之间的髌臼变换矩阵。在获取股骨变换矩阵时,考虑到运动过程中肌肉的收缩会引起标记点位置发生变化,因此,根据髌臼变换矩阵、第一和第二时刻点第三标记点的坐标矩阵获取第一和第二时刻点之间的股骨变换矩阵,从而在获取股骨变换矩阵中引入髌臼变换矩阵,提高了股骨变换矩阵的准确度。其中,第二时刻为日常各种运动的运动周期中第一时刻之外的任意时刻。

[0034] 在步骤S104中,将髌臼变换矩阵作用于局部坐标系下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,将股骨变换矩阵作用于髌臼变换矩阵作用后的股骨六面体网格,得到第二时刻下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格。

[0035] 在步骤S105中,根据第二时刻下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,获取第二时刻下髌臼软骨的接触压力。

[0036] 在本发明实施例中,根据第二时刻下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,获取第二时刻下髌臼软骨的接触压力。

[0037] 在本发明实施例中,在得到获取第一和第二时刻点之间的髌臼变换矩阵和股骨变换矩阵后,将髌臼变换矩阵作用于局部坐标系下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,将股骨变换矩阵作用于髌臼变换矩阵作用后的股骨六面体网格,得到第二时刻下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,接着根据第二时刻下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,获取第二时刻下髌臼软骨的接触压力。具体地,首先获取单个的网格点位移、应力、应变,之后根据胡克定律应力和应变之间的关系得到一个网格点的应力,之后根据每个网格上对应的网格点的应力,再由力的合成关系得到整个髌臼软骨网格的接触压力。

[0038] 本发明实施例结合待评估者一个运动周期内日常各种运动的多个运动时刻,获取日常各种运动中任意时刻髌臼软骨接触压力,实现了髌臼软骨接触压力的差异化评估,提高了髌臼软骨接触压力的评估准确度。

[0039] 实施例二:

[0040] 图2示出了本发明实施例二提供的人体髌关节的运动受力变化评估方法的实现流程,为了便于说明,仅示出了与本发明实施例相关的部分,详述如下:

[0041] 在步骤S201中,对站立姿态下待评估者的髌关节CT图像进行图像分割,以得到股骨、髌臼软骨、髌臼的三角片以及身体解剖轮廓。

[0042] 在步骤S202中,根据股骨、髌臼软骨、髌臼的三角片,重建股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,以得到髌关节的三维网格解剖模型。

[0043] 在本发明实施例中,可根据阈值分割算法从待评估者的髌关节CT图像中分割出股骨、髌臼软骨和髌臼三个部位的三角片,并得到髌关节髌臼到膝盖之间的身体解剖轮廓。之后,用离散化的方法把得到的三角片重建为六面体网格,从而得到髌关节的三维网格解剖模型。

[0044] 在步骤S203中,获取运动时第二标记点和第三标记点的三维坐标变化,以得到待

评估者髋关节的运动模型。

[0045] 在本发明实施例中,第一标记点位于待评估者髋臼到膝盖之间的左右两侧,用于对预设关键部位进行标记,优选地,第一标记点的数量为12个(左、右两侧各6个),从而减少运动过程中由于标记点过多而发生相互干扰的概率,同时保证标记的效果。第二标记点和第三标记点位于待评估者髋关节右侧,第二标记点设置在髋臼上,第三标记点设置在股骨上,以分别对髋臼和股骨的位置变化进行跟踪。优选地,第二标记点和第三标记点的数量分别为8和14,从而减少运动过程中由于标记点过多而发生相互干扰的概率,同时保证标记的效果,位于待评估者髋关节右侧的第一标记点与第二标记点和第三标记点中部分标记点重合(即为相同的标记点),从而减少不必要的标记点、降低标记点相互干扰的概率。

[0046] 在步骤S204中,获取站立姿态下髋关节的运动身体轮廓,根据运动身体轮廓和髋关节的身体解剖轮廓,对髋关节的三维网格解剖模型和运动模型进行配准。

[0047] 在本发明实施例中,在对髋关节的三维网格解剖模型和运动模型进行配准时,使用三维扫描仪获取站立姿态下待评估者髋关节的运动身体轮廓,通过髋关节上的预设关键部位将髋关节的解剖身体表面和运动身体表面在解剖坐标系下重合在一起,对三维网格解剖模型和运动模型进行配准,从而得到站立姿态下第一标记点在三维网格解剖模型和运动模型下的坐标,简化了后续三维网格解剖模型和运动模型下的坐标转换。

[0048] 在步骤S205中,根据站立姿态下第一标记点在三维网格解剖模型和运动模型下的坐标,获取三维网格解剖模型和运动模型的坐标转换关系。

[0049] 在本发明实施例中,对髋关节的三维网格解剖模型和运动模型进行配准后,可得到站立姿态下第一标记点在三维网格解剖模型和运动模型下的坐标,进而根据站立姿态下第一标记点在三维网格解剖模型和运动模型下的坐标,获取三维网格解剖模型和运动模型的坐标转换关系。具体地,当第一标记点的数量为12个时,把解剖身体表面和运动身体表面通过预设关键部位在三维网格解剖模型下重合在一起,将该12个标记点在运动模型下的坐标记为 $\{y_i \in R^3\}_{i=1}^{12}$, 在三维网格解剖模型下的坐标记为 $\{x_i \in R^3\}_{i=1}^{12}$, 进而通过公式 $\min \sum_{i=1}^{12} \|Rx_i + t - y_i\|^2$ 寻找实现最佳标记点(刚体)变换的矩阵,从而得到三维网格解剖模型和运动模型的坐标转换关系 Rt , 其中 R 为旋转矩阵、 t 为平移向量。

[0050] 在步骤S206中,根据第一时刻下和站立姿态下待评估者髋关节的髋臼到膝盖之间的第一标记点在运动模型下的坐标,分别计算第一时刻下髋关节的股骨、髋臼软骨、髋臼的六面体网格。

[0051] 在本发明实施例中,第一时刻为日常各种运动的一运动周期中选择的起始时刻,例如,散步、慢跑或快跑中一步的起始时刻,站立姿态为待评估者非运动状态下正常站立时的状态。运动模型由运动过程中髋关节中预设关键部位(例如,股骨和髋臼)的三维坐标变化表示。

[0052] 在获取髋关节的六面体网格表示时,根据第一时刻下待评估者髋关节的髋臼到膝盖之间的第一标记点在运动模型下的坐标、站立姿态下待评估者髋关节的髋臼到膝盖之间的第一标记点在运动模型下的坐标,分别计算第一时刻下髋关节的股骨、髋臼软骨、髋臼的六面体网格,从而使用六面体网格准确地对第一时刻下髋关节的股骨、髋臼软骨、髋臼进行表示,提高了后续髋臼软骨受力评估的准确度。

[0053] 在步骤S207中,根据获得的坐标转换关系将股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格分别转换到运动模型对应的运动坐标系下,将转换得到的六面体网格、髌臼上第二标记点、股骨上第三标记点的三维坐标转换到以髌关节中心为坐标原点的局部坐标系下。

[0054] 在本发明实施例中,坐标转换关系描述了由髌关节的三维网格解剖模型到运动模型的坐标转换方式,这样,为了得到运动模型下髌关节的对应六面体网格,在得到坐标转换方式后,可将股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格转换到运动模型下的对应六面体网格。由于运动过程中,股骨、髌臼软骨、髌臼相对于髌关节中心的距离不会发生变化,因此,根据转换得到的六面体网格、髌臼上第二标记点、股骨上第三标记点的三维坐标转换到以髌关节中心为坐标原点的局部坐标系下,从而利用局部坐标系来表示运动过程中股骨和髌臼的变化关系,提高了下一时刻后续髌臼软骨受力评估的准确度。

[0055] 在步骤S208中,根据第一和第二时刻点第二标记点的坐标矩阵,获取第一和第二时刻点之间的髌臼变换矩阵,根据髌臼变换矩阵、第一和第二时刻点第三标记点的坐标矩阵,获取第一和第二时刻点之间的股骨变换矩阵。

[0056] 在本发明实施例中,在获取第一和第二时刻点之间的髌臼变换矩阵时,直接根据第一和第二时刻点第二标记点的坐标矩阵,获取第一和第二时刻点之间的髌臼变换矩阵。在获取股骨变换矩阵时,考虑到运动过程中肌肉的收缩会引起标记点位置发生变化,因此,根据髌臼变换矩阵、第一和第二时刻点第三标记点的坐标矩阵获取第一和第二时刻点之间的股骨变换矩阵,从而在获取股骨变换矩阵中引入髌臼变换矩阵,提高了股骨变换矩阵的准确度。

[0057] 优选地,根据所述髌臼变换矩阵、第一和第二时刻点所述第三标记点的坐标矩阵,获取所述第一和第二时刻点之间的股骨变换矩阵时,根据所述髌臼变换矩阵以及所述第一时刻下第三标记点的坐标矩阵,获取股骨第三标记点在所述髌臼变换矩阵下的坐标矩阵;根据所述第二时刻点所述第三标记点的坐标矩阵以及所述第三标记点在所述髌臼变换矩阵下的坐标矩阵,获取所述股骨变换矩阵。其中,第二时刻为日常各种运动的运动周期中第一时刻之外的任意时刻。

[0058] 在步骤S209中,将髌臼变换矩阵作用于局部坐标系下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,将股骨变换矩阵作用于髌臼变换矩阵作用后的股骨六面体网格,得到第二时刻下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格。

[0059] 在步骤S210中,根据第二时刻下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,获取第二时刻下髌臼软骨的接触压力。

[0060] 在本发明实施例中,根据第二时刻下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,获取第二时刻下髌臼软骨的接触压力。

[0061] 在本发明实施例中,在得到获取第一和第二时刻点之间的髌臼变换矩阵和股骨变换矩阵后,将髌臼变换矩阵作用于局部坐标系下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,将股骨变换矩阵作用于髌臼变换矩阵作用后的股骨六面体网格,得到第二时刻下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,接着根据第二时刻下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,获取第二时刻下髌臼软骨的接触压力。具体地,首先获取单个的网格点位移、应力、应变,之后根据胡克定律应力和应变之间的关系得到一个网格点的应力,之后根据每个网格上对应的网格点的应力,再由力的合成关系得到整个髌臼软骨网格的接触压力。

[0062] 本发明实施例结合待评估者一个运动周期内日常各种运动的多个运动时刻,获取日常各种运动中任意时刻的髌臼软骨接触压力,实现了不同待评估者的髌臼软骨接触压力的差异化评估,提高了髌臼软骨接触压力的评估准确度。

[0063] 实施例三:

[0064] 图3示出了本发明实施例三提供的人体髌关节的运动受力变化评估装置的结构,为了便于说明,仅示出了与本发明实施例相关的部分,其中包括:

[0065] 网格计算单元31,用于根据第一时刻下和站立姿态下待评估者髌关节的髌臼到膝盖之间的第一标记点在运动模型下的坐标,分别计算所述第一时刻下所述髌关节的股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格;

[0066] 坐标转换单元32,用于根据获得的坐标转换关系将所述股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格分别转换到所述运动模型对应的运动坐标系下,将转换得到的六面体网格、所述髌臼上第二标记点、所述股骨上第三标记点的三维坐标转换到以髌关节中心为坐标原点的局部坐标系下;

[0067] 矩阵获取单元33,用于根据所述第一和第二时刻点所述第二标记点的坐标矩阵,获取所述第一和第二时刻点之间的髌臼变换矩阵,根据所述髌臼变换矩阵、第一和第二时刻点所述第三标记点的坐标矩阵,获取所述第一和第二时刻点之间的股骨变换矩阵;

[0068] 网格获取单元34,用于将所述髌臼变换矩阵作用于所述局部坐标系下股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,将所述股骨变换矩阵作用于所述髌臼变换矩阵作用后的股骨六面体网格,得到所述第二时刻下所述股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格;以及

[0069] 压力获取单元35,用于根据所述第二时刻下所述股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,获取所述第二时刻下所述髌臼软骨的接触压力。

[0070] 在本发明实施例中,运动受力变化评估装置的各单元可由相应的硬件或软件单元实现,各单元可以为独立的软、硬件单元,也可以集成为一个软、硬件单元,在此不用以限制本发明。各单元的具体实施方式可参考实施一的描述,在此不再赘述。

[0071] 实施例四:

[0072] 图4示出了本发明实施例四提供的人体髌关节的运动受力变化评估装置的结构,为了便于说明,仅示出了与本发明实施例相关的部分,其中包括:

[0073] 图像分割单元401,用于对站立姿态下待评估者的髌关节CT图像进行图像分割,以得到股骨、髌臼软骨、髌臼的三角片以及身体解剖轮廓;

[0074] 网格重建单元402,用于根据股骨、髌臼软骨、髌臼的三角片,重建股骨、髌臼软骨、髌臼的六面体网格,以得到髌关节的三维网格解剖模型;

[0075] 运动模型获取单元403,用于获取运动时第二标记点和第三标记点的三维坐标变化,以得到待评估者髌关节的运动模型;

[0076] 模型配准单元404,用于获取站立姿态下髌关节的运动身体轮廓,根据运动身体轮廓和髌关节的身体解剖轮廓,对髌关节的三维网格解剖模型和运动模型进行配准;

[0077] 转换获取单元405,用于根据站立姿态下第一标记点在三维网格解剖模型和运动模型下的坐标,获取三维网格解剖模型和运动模型的坐标转换关系;

[0078] 网格计算单元406,用于根据第一时刻下和站立姿态下待评估者髌关节的髌臼到膝盖之间的第一标记点在运动模型下的坐标,分别计算第一时刻下髌关节的股骨、髌臼软

骨、髌骨的六面体网格；

[0079] 坐标转换单元407,用于根据获得的坐标转换关系将股骨、髌骨软骨、髌骨的六面体网格分别转换到运动模型对应的运动坐标系下,将转换得到的六面体网格、髌骨上第二标记点、股骨上第三标记点的三维坐标转换到以髌关节中心为坐标原点的局部坐标系下；

[0080] 矩阵获取单元408,用于根据第一和第二时刻点第二标记点的坐标矩阵,获取第一和第二时刻点之间的髌骨变换矩阵,根据髌骨变换矩阵、第一和第二时刻点第三标记点的坐标矩阵,获取第一和第二时刻点之间的股骨变换矩阵；

[0081] 网格获取单元409,用于将髌骨变换矩阵作用于局部坐标系下股骨、髌骨软骨、髌骨的六面体网格,将股骨变换矩阵作用于髌骨变换矩阵作用后的股骨六面体网格,得到第二时刻下股骨、髌骨软骨、髌骨的六面体网格；以及

[0082] 压力获取单元410,用于根据第二时刻下股骨、髌骨软骨、髌骨的六面体网格,获取第二时刻下髌骨软骨的接触压力。

[0083] 其中,模型配准单元404包括：

[0084] 轮廓获取单元4041,用于使用三维扫描仪获取站立姿态下待评估者髌关节的运动身体轮廓；以及

[0085] 模型配准子单元4042,用于通过髌关节上的预设关键部位将髌关节的解剖身体表面和运动身体表面在解剖坐标系下重合在一起,对三维网格解剖模型和运动模型进行配准,以得到站立姿态下第一标记点在三维网格解剖模型和运动模型下的坐标。

[0086] 矩阵获取单元408包括：

[0087] 坐标矩阵获取单元4081,用于根据髌骨变换矩阵以及第一时刻下第三标记点的坐标矩阵,获取股骨第三标记点在髌骨变换矩阵下的坐标矩阵；以及

[0088] 变换矩阵获取单元4082,用于根据第二时刻点第三标记点的坐标矩阵以及第三标记点在髌骨变换矩阵下的坐标矩阵,获取股骨变换矩阵。

[0089] 在本发明实施例中,运动受力变化评估装置的各单元可由相应的硬件或软件单元实现,各单元可以为独立的软、硬件单元,也可以集成为一个软、硬件单元,在此不用以限制本发明。各单元的具体实施方式可参考实施二的描述,在此不再赘述。

[0090] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

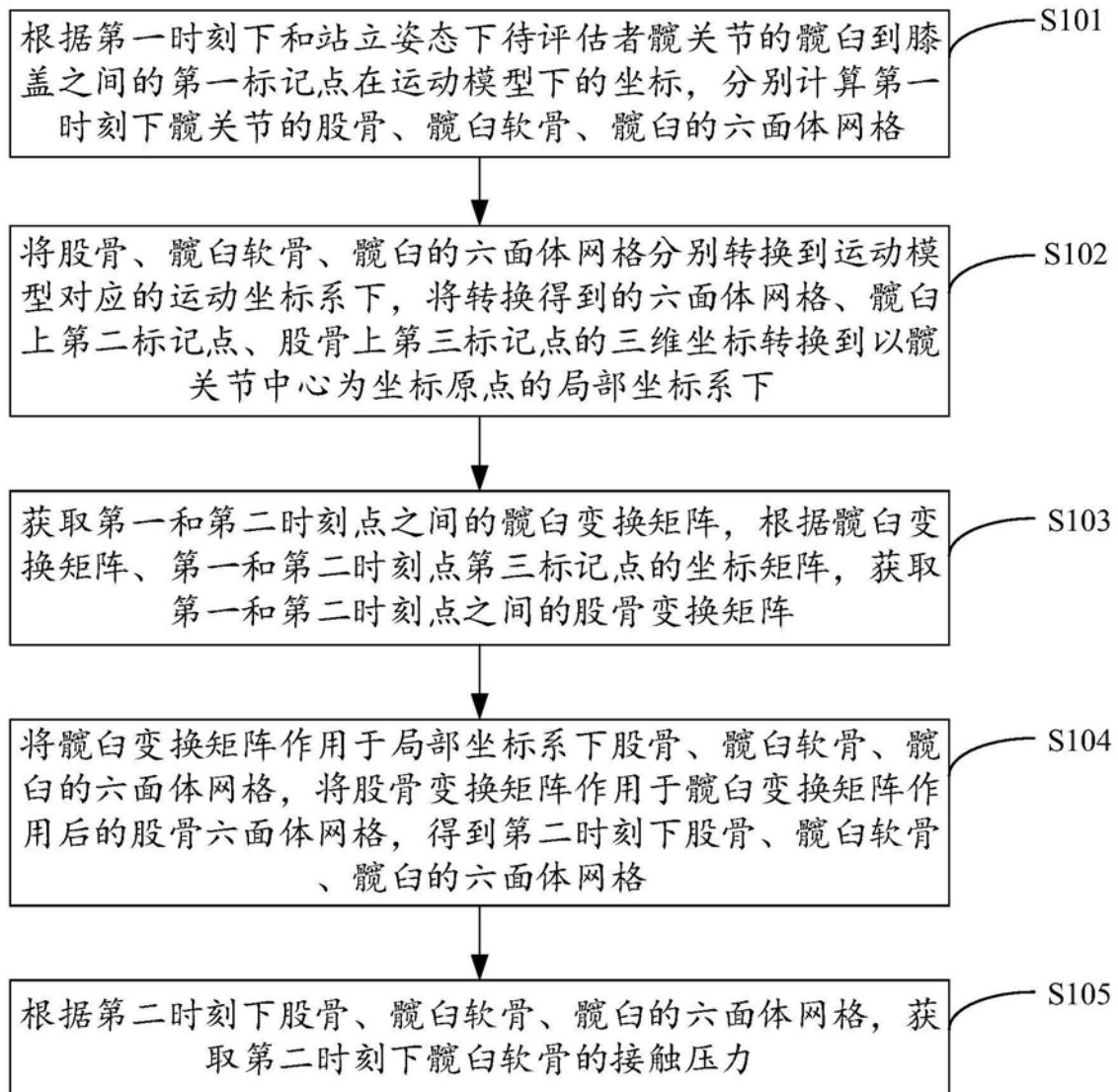


图1

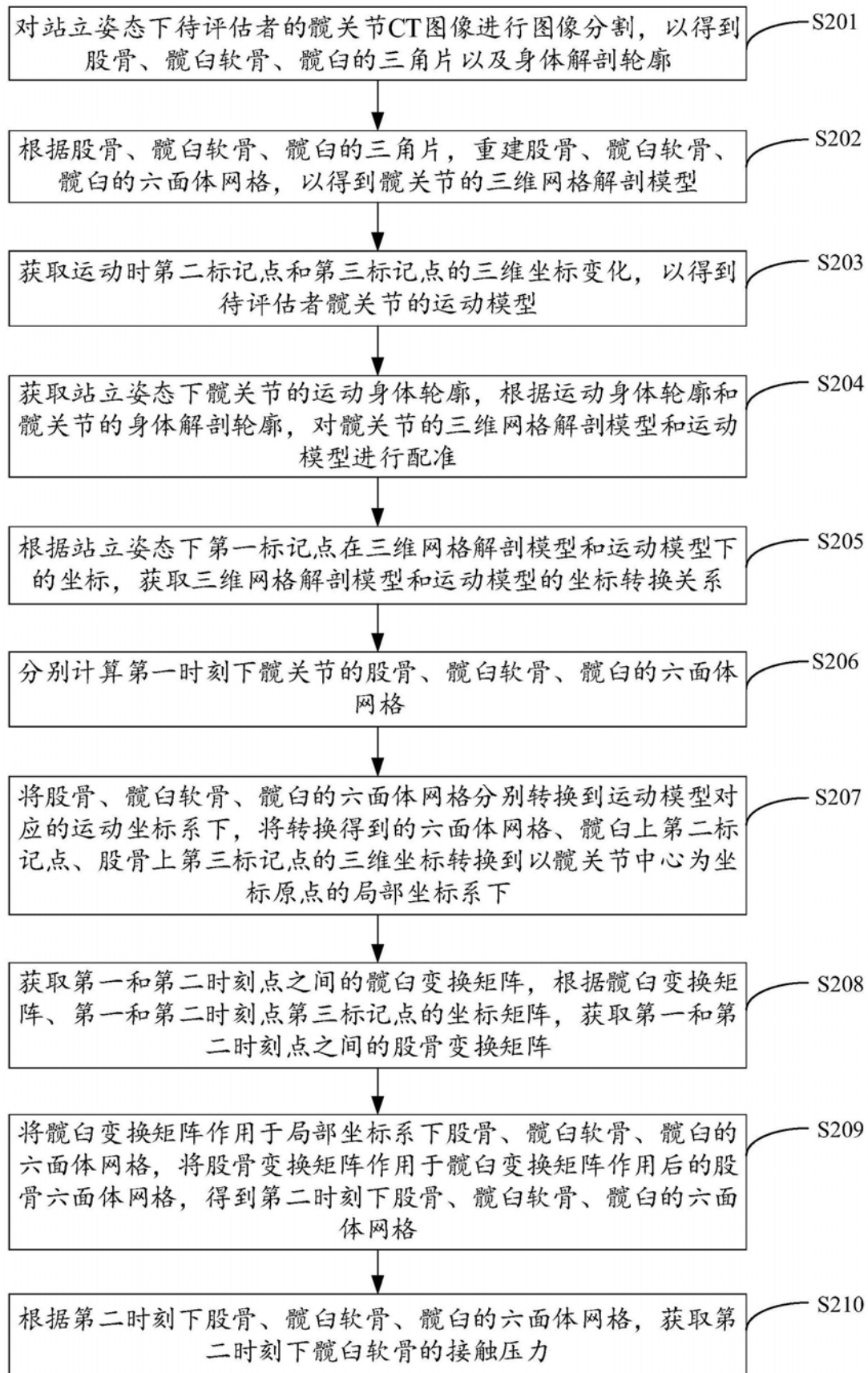


图2

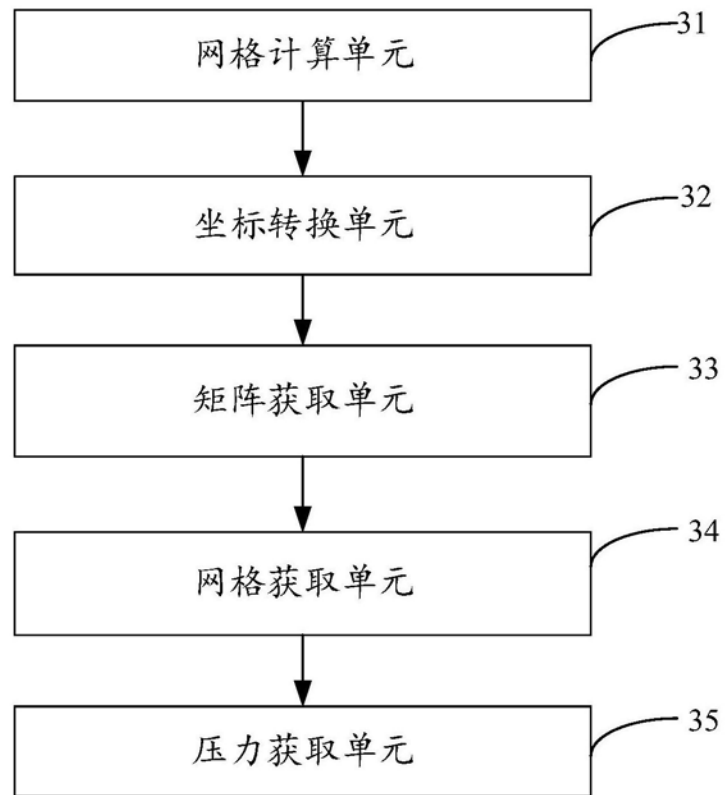


图3

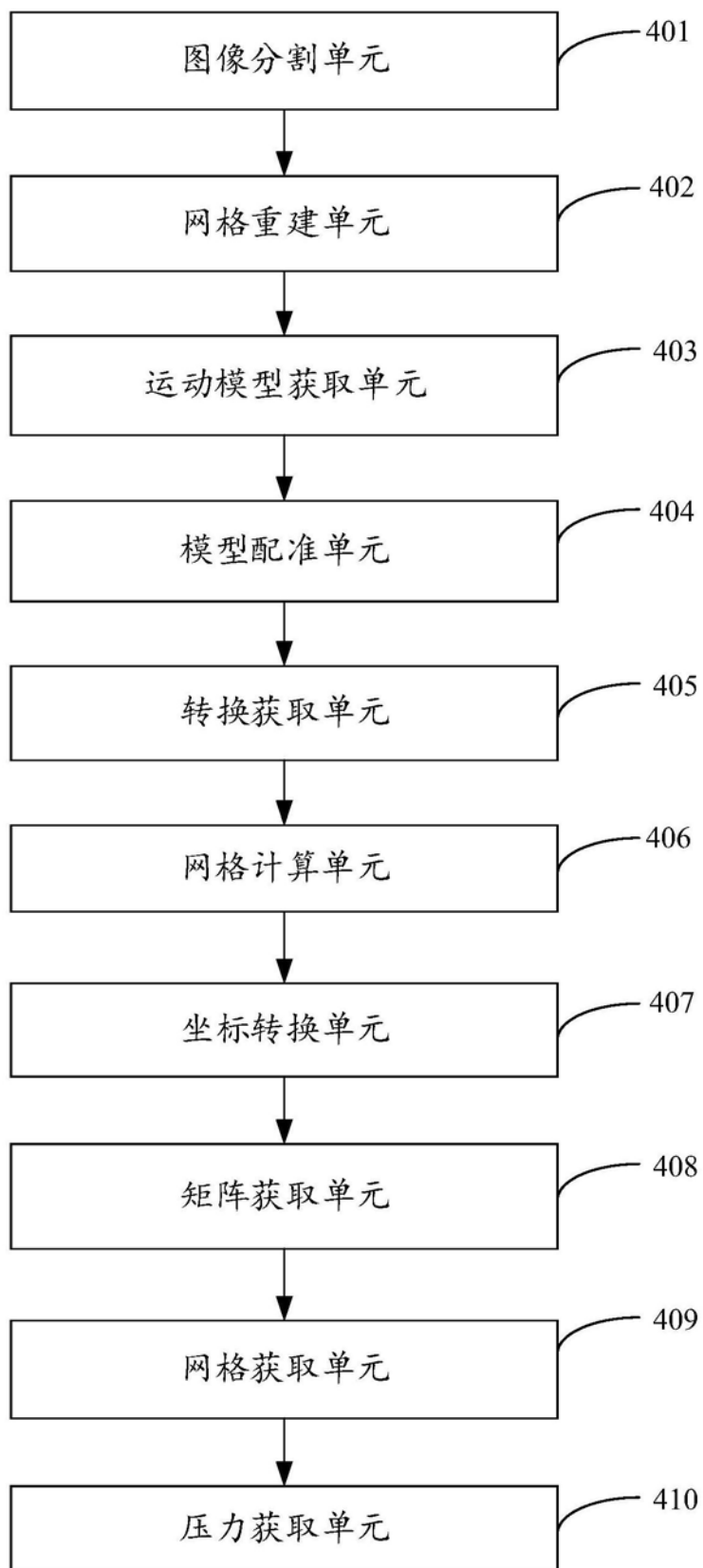


图4