



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106021803 B

(45)授权公告日 2019.04.16

(21)申请号 201610394014.5

(22)申请日 2016.06.06

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106021803 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(73)专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市经济技术开发区东南湖大路3888号

(72)发明人 孔令胜 刘小津 刁志辉 闫俊良 贾平

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 王宝筠

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

(56)对比文件

CN 101465071 A, 2009.06.24,

CN 103636190 A, 2014.03.12,

US 2010157022 A1, 2010.06.24,

CN 105069795 A, 2015.11.18,

张金剑等. 光学动作捕捉中的摄像机标定.

《计算机应用》. 2004, 第24卷第178-179、181页.

袁金刚等. 运动捕获系统中多摄像机布局优化方法.《微处理机》. 2009, (第3期), 第90-94页.

审查员 冯敏科

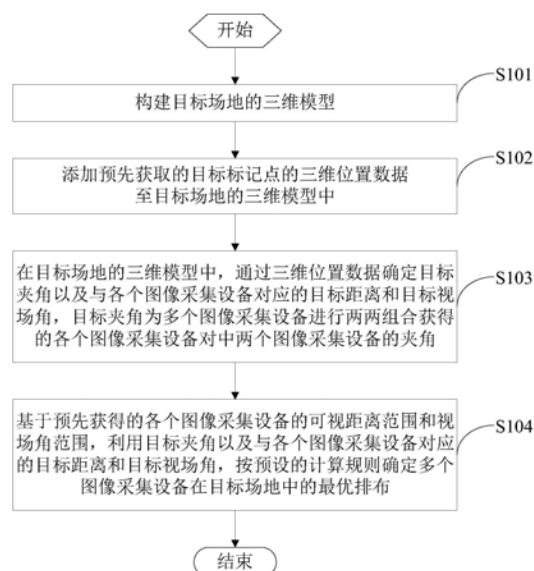
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

## (54)发明名称

一种确定图像采集设备最优排布的方法及系统

## (57)摘要

本申请提供了一种确定图像采集设备最优排布的方法及系统, 构建目标场地的三维模型; 在目标场地的三维模型中加入预先获取的目标标记点的三维位置数据; 在目标场地的三维模型中, 通过三维位置数据确定目标夹角以及与各个图像采集设备对应的目标距离、目标视场角, 目标夹角为多个图像采集设备进行两两组合获得的各个图像采集设备对中两个图像采集设备的夹角; 基于预先获得的各个图像采集设备的可视距离范围、视场角范围, 利用目标距离、目标视场角和目标夹角, 按预设的计算规则确定多个图像采集设备在目标场地中的最优排布。本申请可获得图像采集设备在目标场地中的最优排布方案, 基于该最优排布方法可获得较好的运动捕捉效果。



1. 一种确定图像采集设备最优排布的方法,其特征在于,所述图像采集设备为多个,所述方法包括:

构建目标场地的三维模型;

添加预先获取的目标标记点的三维位置数据至所述目标场地的三维模型中,所述三维位置数据为基于预先采集的设置有所述目标标记点的运动对象的图像帧序列确定的三维位置数据;

在所述目标场地的三维模型中,通过所述三维位置数据确定目标夹角以及与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,所述目标夹角为多个图像采集设备进行两两组合获得的各个图像采集设备对中两个图像采集设备的夹角;

基于预先获得的所述各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用所述目标夹角以及所述与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,通过模拟退火算法结合预先设定的所述多个图像采集设备在所述目标场地中的位置约束,确定所述多个图像采集设备在所述目标场地中的最优排布,具体为:

基于预先获得的所述各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用所述目标夹角以及所述与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,利用

$$E_i = \begin{cases} 360 + \theta & |C_{pi}| = 0 \\ 360 & |C_{pi}| = 1 \\ Q_i & |C_{pi}| > 1 \end{cases}, f_c = \sum_{i=0}^n E_i$$

并结合所述位置约束,确定所述多个图像采集设备在所述目标场地中的最优排布;

其中,所述 $E_i$ 表示第 $i$ 个目标标记点的误差函数值, $\theta$ 为对不可见标记点的惩罚值, $p_i$ 表示第 $i$ 个目标标记点, $C_{pi}$ 的绝对值为所述图像采集设备的数量,所述 $f_c$ 为成本函数, $Q_i$ 为所述各个图像采集设备对所形成的可视化夹角中的最小可视化夹角,所述 $Q_i$ 的值通过所述目标夹角确定,所述 $C_{pi}$ 的值通过所述目标距离和目标视场角,以及所述可视距离范围和所述视场角范围确定;

所述位置约束用于约束所述各个图像采集设备在预设长度的直线路径上移动,所述图像采集设备在所述目标场地中的最优排布为当所述成本函数 $f_c$ 最小时,所述多个图像采集设备的排布。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,预先获取所述目标标记点的三维位置数据,包括:

预先通过预设数量个图像采集设备采集具有所述目标标记点的运动对象的图像帧序列,其中,所述多个图像采集设备同步触发并以相同的帧率拍摄;

从各个图像帧序列中的各个图像帧中检测所述目标标记点,并在检测到所述目标标记点之后计算所述目标标记点的二维位置数据;

将通过所述各个图像帧序列中、在同一时刻拍摄的各个图像帧计算得到的各个二维位置数据重构出所述目标标记点的三维位置数据。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述将通过所述各个图像帧序列中、在同一时刻拍摄的各个图像帧计算得到的各个二维位置数据重构出所述目标标记点的三维位置数据,具体为:

将通过所述各个图像帧序列中、在同一时刻拍摄的各个图像帧计算得到的各个二维位

置数据利用三角定位法计算出所述目标标记点的三维位置数据。

4. 一种确定图像采集设备最优排布的系统,其特征在于,包括:第一处理设备、多个第二处理设备和多个图像采集设备,所述图像采集设备和所述第二处理设备一一对应,且所述图像采集设备与所述第二处理设备连接,各个第二处理设备均与所述第一处理设备连接;

所述图像采集设备,用于采集具有目标标记点的运动对象的图像帧序列;

所述第二处理设备,用于处理与所述第二处理设备连接的所述图像采集设备采集的所述图像帧序列,获得所述目标标记点的二维位置数据;

所述第一处理设备,用于预先通过从各个所述第二处理设备获取的所述二维位置数据确定所述目标标记点的三维位置数据,并预先获取各个所述图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,在确定所述最优排布时,构建目标场地的三维模型,添加所述三维位置数据至所述目标场地的三维模型,在所述目标场地的三维模型中,通过所述三维位置数据确定目标夹角以及与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,基于预先获得的所述各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用所述目标夹角以及所述与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,按预设的计算规则确定所述多个图像采集设备在所述目标场地中的最优排布,所述目标夹角为所述多个图像采集设备进行两两组合获得的各个图像采集设备对中两个图像采集设备的夹角;

所述第一处理设备,具体用于基于预先获得的所述各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用所述目标夹角以及所述与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,通过模拟退火算法结合预先设定的所述多个图像采集设备在所述目标场地中的位置约束,确定所述多个图像采集设备在所述目标场地中的最优排布;

所述第一处理设备,具体用于基于预先获得的所述各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用所述目标夹角以及所述与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视

场角,利用  $E_i = \begin{cases} 360 + \theta & |C_{pi}| = 0 \\ 360 & |C_{pi}| = 1 \\ Q_i & |C_{pi}| > 1 \end{cases}, f_c = \sum_{i=0}^n E_i$  并结合所述位置约束,确定所述多个图像采集

设备在所述目标场地中的最优排布:

其中,所述  $E_i$  表示第  $i$  个目标标记点的误差函数值,  $\theta$  为对不可见标记点的惩罚值,  $p_i$  表示第  $i$  个目标标记点,  $C_{pi}$  的绝对值为所述图像采集设备的数量,所述  $f_c$  为成本函数,  $Q_i$  为所述各个图像采集设备对所形成的可视化夹角中的最小可视化夹角,所述  $Q_i$  的值通过所述目标夹角确定,所述  $C_{pi}$  的值通过所述目标距离和目标视场角,以及所述可视距离范围和所述视场角范围确定;

所述位置约束用于约束所述各个图像采集设备在预设长度的直线路径上移动,所述图像采集设备在所述目标场地中的最优排布为当所述成本函数  $f_c$  最小时,所述多个图像采集设备的排布。

5. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于,所述多个图像采集设备同步触发并以相同的帧率拍摄;

所述第二处理设备,具体用于从各个图像帧序列中的各个图像帧中检测所述目标标记点,并在检测到所述目标标记点之后计算所述目标标记点的二维位置数据;

则所述第一处理设备,具体用于将通过所述各个图像帧序列中、在同一时刻拍摄的各个图像帧计算得到的各个二维位置数据重构出所述目标标记点的三维位置数据。

6.根据权利要求5所述的系统,其特征在于,所述第一处理设备,具体用于将通过所述各个图像帧序列中、在同一时刻拍摄的各个图像帧计算得到的各个二维位置数据利用三角定位法计算出所述目标标记点的三维位置数据。

## 一种确定图像采集设备最优排布的方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及计算机视觉与计算机图形学领域,尤其涉及一种确定图像采集设备最优排布的方法及系统。

### 背景技术

[0002] 近年来,动作捕捉逐渐成为计算机视觉与计算机图形学领域的热点问题,广泛应用于游戏、电影与监控等场景。精确、鲁棒的运动捕捉技术是虚拟现实或增强现实系统中的关键。

[0003] 光学式运动捕捉是头部跟踪与全身运动捕捉的常用技术。典型的光学式运动捕捉系统通常使用多个图像采集设备环绕表演场地排列,这些图像采集设备的视野重叠区域就是表演者的动作范围。

[0004] 在实际应用环境中,由于场地的空间限制会对图像采集设备的排布位置、方向造成制约,图像采集设备的数量与规格往往也存在限制。在不同的场景使用不同的图像采集设备排布方案对最终的运动捕捉效果有很大的影响,如何获得图像采集设备最优的排布方案以获得较好的运动捕捉效果是亟需解决的问题。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种确定图像采集设备最优排布的方法及系统,用以获得图像采集设备最优的排布方案,进而获得较好的运动捕捉效果,其技术方案如下:

[0006] 一种确定图像采集设备最优排布的方法,所述图像采集设备为多个,所述方法包括:

[0007] 构建目标场地的三维模型;

[0008] 添加预先获取的目标标记点的三维位置数据至所述目标场地的三维模型中,所述三维位置数据为基于预先采集的设置有所述目标标记点的运动对象的图像帧序列确定的三维位置数据;

[0009] 在所述目标场地的三维模型中,通过所述三维位置数据确定目标夹角以及与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,所述目标夹角为多个图像采集设备进行两两组合获得的各个图像采集设备对中两个图像采集设备的夹角;

[0010] 基于预先获得的所述各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用所述目标夹角以及所述与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,按预设的计算规则确定所述多个图像采集设备在所述目标场地中的最优排布。

[0011] 其中,所述基于预先获得的所述各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用所述目标夹角以及所述与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,按预设的计算规则确定所述多个图像采集设备在所述目标场地中的最优排布,包括:

[0012] 基于预先获得的所述各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用所述目标夹角以及所述与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,通过模拟退火算法

结合预先设定的所述多个图像采集设备在所述目标场地中的位置约束,确定所述多个图像采集设备在所述目标场地中的最优排布。

[0013] 其中,所述基于预先获得的所述各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用所述目标夹角以及所述与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,通过模拟退火算法结合预先设定的所述多个图像采集设备在所述目标场地中的位置约束,确定所述多个图像采集设备在所述目标场地中的最优排布,具体为:

[0014] 基于预先获得的所述各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用所述目标夹角以及所述与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,利用

$$E_i = \begin{cases} 360 + \theta & |C_{pi}| = 0 \\ 360 & |C_{pi}| = 1 \\ Q_i & |C_{pi}| > 1 \end{cases}, f_c = \sum_{i=0}^n E_i \text{ 并结合所述位置约束,确定所述多个图像采集设备在所}$$

述目标场地中的最优排布;

[0015] 其中,所述 $E_i$ 表示第 $i$ 个目标标记点的误差函数值, $\theta$ 为对不可见标记点的惩罚值, $C_{pi}$ 的绝对值为所述图像采集设备的数量,所述 $f_c$ 为成本函数,所述 $Q_i$ 的值通过所述目标夹角确定,所述 $C_{pi}$ 的值通过所述目标距离和目标视场角,以及所述可视距离范围和所述视场角范围确定;

[0016] 所述位置约束用于约束所述各个图像采集设备在预设长度的直线路径上移动,所述图像采集设备在所述目标场地中的最优排布为当所述成本函数 $f_c$ 最小时,所述多个图像采集设备的排布。

[0017] 其中,预先获取所述目标标记点的三维位置数据,包括:

[0018] 预先通过预设数量个图像采集设备采集具有所述目标标记点的运动对象的图像帧序列,其中,所述多个图像采集设备同步触发并以相同的帧率拍摄;

[0019] 从各个图像帧序列中的各个图像帧中检测所述目标标记点,并在检测到所述目标标记点之后计算所述目标标记点的二维位置数据;

[0020] 将通过所述各个图像帧序列中、在同一时刻拍摄的各个图像帧计算得到的各个二维位置数据重构出所述目标标记点的三维位置数据。

[0021] 其中,所述将通过所述各个图像帧序列中、在同一时刻拍摄的各个图像帧计算得到的各个二维位置数据重构出所述目标标记点的三维位置数据,具体为:

[0022] 将通过所述各个图像帧序列中、在同一时刻拍摄的各个图像帧计算得到的各个二维位置数据利用三角定位法计算出所述目标标记点的三维位置数据。

[0023] 一种确定图像采集设备最优排布的系统,包括:第一处理设备、多个第二处理设备和多个图像采集设备,所述图像采集设备和所述第二处理设备一一对应,且所述图像采集设备与所述第二处理设备连接,所述各个第二处理设备均与所述第一处理设备连接;

[0024] 所述图像采集设备,用于采集具有目标标记点的运动对象的图像帧序列;

[0025] 所述第二处理设备,用于处理与所述第二处理设备连接的所述图像采集设备采集的所述图像帧序列,获得所述目标标记点的二维位置数据;

[0026] 所述第一处理设备,用于预先通过从各个所述第二处理器获取的所述二维位置数据确定所述目标标记点的三维位置数据,并预先获取各个所述图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,在确定所述最优排布时,构建目标场地的三维模型,添加所述三维位置数

据至所述目标场地的三维模型,在所述目标场地的三维模型中,通过所述三维位置数据确定目标夹角以及与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,基于预先获得的所述各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用所述目标夹角以及所述与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,按预设的计算规则确定所述多个图像采集设备在所述目标场地中的最优排布,所述目标夹角为所述多个图像采集设备进行两两组合获得的各个图像采集设备对中两个图像采集设备的夹角。

[0027] 其中,所述第一处理设备,具体用于基于预先获得的所述各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用所述目标夹角以及所述与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,通过模拟退火算法结合预先设定的所述多个图像采集设备在所述目标场地中的位置约束,确定所述多个图像采集设备在所述目标场地中的最优排布。

[0028] 其中,所述第一处理设备,具体用于基于预先获得的所述各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用所述目标夹角以及所述与各个图像采集设备对应的目标距离和

目标视场角,利用  $E_i = \begin{cases} 360 + \theta & |C_{pi}| = 0 \\ 360 & |C_{pi}| = 1 \\ Q_i & |C_{pi}| > 1 \end{cases}, f_c = \sum_{i=0}^n E_i$  并结合所述位置约束,确定所述多个图

像采集设备在所述目标场地中的最优排布:

[0029] 其中,所述  $E_i$  表示第  $i$  个目标标记点的误差函数值,  $\theta$  为对不可见标记点的惩罚值,  $C_{pi}$  的绝对值为所述图像采集设备的数量,所述  $f_c$  为成本函数,所述  $Q_i$  的值通过所述目标夹角确定,所述  $C_{pi}$  的值通过所述目标距离和目标视场角,以及所述可视距离范围和所述视场角范围确定;

[0030] 所述位置约束用于约束所述各个图像采集设备在预设长度的直线路径上移动,所述图像采集设备在所述目标场地中的最优排布为当所述成本函数  $f_c$  最小时,所述多个图像采集设备的排布。

[0031] 其中,所述多个图像采集设备同步触发并以相同的帧率拍摄;

[0032] 所述第二处理器,具体用于从各个图像帧序列中的各个图像帧中检测所述目标标记点,并在检测到所述目标标记点之后计算所述目标标记点的二维位置数据;

[0033] 则所述第一处理器,具体用于将通过所述各个图像帧序列中、在同一时刻拍摄的各个图像帧计算得到的各个二维位置数据重构出所述目标标记点的三维位置数据。

[0034] 其中,所述第一处理器,具体用于将通过所述各个图像帧序列中、在同一时刻拍摄的各个图像帧计算得到的各个二维位置数据利用三角定位法计算出所述目标标记点的三维位置数据。

[0035] 上述技术方案具有如下有益效果:

[0036] 本发明提供的确定图像采集设备最优排布的方法及系统,首先构建目标场地的三维模型,然后在目标场地的三维模型中加入预先获取的目标标记点在目标场地中的三维位置数据,进而在目标场地的三维模型中,通过目标标记点的三维位置数据确定目标夹角以及与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,然后基于预先获得的各个图像采集设备的可视距离范围、视场角范围,利用目标距离、目标视场角和目标夹角,按预设的计算规则确定多个图像采集设备在目标场地中的最优排布。通过本发明提供的确定图像采集设备最优排布的方法及系统,可获得图像采集设备在目标场地中的最优排布方案,基于该最

优排布方法可获得较好的运动捕捉效果。

### 附图说明

[0037] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,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,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0038] 图1为本发明实施例提供的确定图像采集设备最优排布的方法的流程示意图;

[0039] 图2为本发明实施例提供的确定图像采集设备最优排布的方法中,预先获取目标标记点在目标场地中的三维位置数据的具体实现过程的流程示意图;

[0040] 图3为本发明实施例提供的确定图像采集设备最优排布的系统的结构示意图;

[0041] 图4为图采集设备的任意排布和最优排布对目标标记点数据的可见性情况示意图。

### 具体实施方式

[0042] 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。

[0043] 本发明实施例提供了一种确定图像采集设备最优排布的方法,请参阅图1,示出了该方法的流程示意图,该方法可以包括:

[0044] 步骤S101:构建目标场地的三维模型。

[0045] 在本实施例中,依据目标场地的结构、尺寸等信息构建目标场地的三维模型。

[0046] 步骤S102:添加预先获取的目标标记点的三维位置数据至目标场地的三维模型中。

[0047] 在本实施例中,目标标记点为设置于运动对象上的标记点。三维位置数据为基于预先采集的设置目标标记点的运动对象的图像帧序列确定的三维位置数据。

[0048] 步骤S103:在目标场地的三维模型中,通过三维位置数据确定目标夹角以及与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角。

[0049] 其中,目标夹角为多个图像采集设备进行两两组合获得的各个图像采集设备对中两个图像采集设备的夹角。示例性的,图像采集设备为三个,则在目标场地的三维模型中,通过目标标记点的三维位置数据可确定第一图像采集设备与第二图像采集设备的夹角、第一图像设备与第三图像采集设备的夹角,以及第二图像采集设备与第三图像采集设备的夹角。

[0050] 在本实施例中,目标标记点在目标场地中的三维位置数据已知,通过该数据可反推出与拍摄设置目标标记点的运动对象的各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,以及两两图像采集设备的目标夹角。

[0051] 步骤S104:基于预先获得的各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用目标夹角以及与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,按预设的计算规则确



定多个图像采集设备在目标场地中的最优排布。

[0052] 本发明实施例提供的确定图像采集设备最优排布的方法,首先构建目标场地的三维模型,然后在目标场地的三维模型中加入预先获取的目标标记点在目标场地中的三维位置数据,进而在目标场地的三维模型中,通过目标标记点的三维位置数据确定目标夹角以及各个图像采集设备对应的目标距离、目标视场角,然后基于预先获得的各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用目标距离、目标视场角和目标夹角,按预设的计算规则确定多个图像采集设备在目标场地中的最优排布。通过本发明实施例提供的确定图像采集设备最优排布的方法,可获得图像采集设备在目标场地中的最优排布方案,基于该最优排布方法可获得较好的运动捕捉效果。

[0053] 请参阅图2,示出了上述实施例提供的确定图像采集设备最优排布的方法中,预先获取目标标记点的三维位置数据的具体实现过程的流程示意图,可以包括:

[0054] 步骤S201:通过预设数量个图像采集设备采集具有目标标记点的运动对象的图像帧序列。

[0055] 需要说明的是,在进行动作捕捉时,通常会在运动对象上设置目标标记点进行标示,例如在人体穿着的紧身衣表面粘贴20mm左右直径的圆形反光标签、反光球、或led灯对关节点进行标示。

[0056] 其中,多个图像采集设备同步触发并以相同的帧率拍摄。

[0057] 示例性的,图像采集设备为4个,分别为第一图像采集设备、第二图像采集设备、第三图像采集设备和第四图像采集设备,第一采集设备采集了一段视频,假设该视频包括9帧图像,分别为 $I_{11}$ 、 $I_{12}$ 、 $I_{13}$ …… $I_{19}$ ,由于这四个图像采集设备同步触发并以相同的帧率拍摄,因此,第二采集设备也采集了9帧图像,分别为 $I_{21}$ 、 $I_{22}$ 、 $I_{23}$ …… $I_{29}$ ,第三图像采集设备和第四图像采集设备同样如此,则第三图像采集设备采集的9帧图像分别为 $I_{31}$ 、 $I_{32}$ 、 $I_{33}$ …… $I_{39}$ ,第四图像采集设备采集的9帧图像分别为 $I_{41}$ 、 $I_{42}$ 、 $I_{43}$ …… $I_{49}$ 。

[0058] 另外,在预先采集图像帧序列时,所采用的图像采集设备的数量最好多于目标场地中图像采集设备的数量。

[0059] 步骤S202:从各个图像帧序列中的各个图像帧中检测目标标记点,并在检测到目标标记点之后计算目标标记点的二维位置数据。

[0060] 在本实施例中,由于图像采集设备的拍摄对象为具有目标标记点的运动对象,因此,若确定目标标记点的位置信息,则首先需从各个图像帧中检测出目标标记点,然后基于检测出的目标标记点计算目标标记点的二维位置数据。

[0061] 步骤S203:将通过各个图像帧序列中、在同一时刻拍摄的各个图像帧计算得到的各个二维位置数据重构出目标标记点的三维位置数据。

[0062] 同样以上述四个图像采集设备为例:四个图像帧序列中、在同一时刻(第一拍摄时刻)拍摄的四个图像帧为 $I_{11}$ 、 $I_{21}$ 、 $I_{31}$ 、 $I_{41}$ ,在同一时刻(第二拍摄时刻)拍摄的四个图像帧 $I_{12}$ 、 $I_{22}$ 、 $I_{32}$ 、 $I_{42}$ ,以此类推,在同一时刻(第九拍摄时刻)拍摄的四个图像帧 $I_{19}$ 、 $I_{29}$ 、 $I_{39}$ 、 $I_{49}$ 。然后,利用通过图像帧 $I_{11}$ 、 $I_{21}$ 、 $I_{31}$ 、 $I_{41}$ 确定出的二维位置数据重构出一个三维位置数据,通过图像帧 $I_{12}$ 、 $I_{22}$ 、 $I_{32}$ 、 $I_{42}$ 确定出的二维位置数据重构出另一个三维位置数据,以此类推,可获取一系列目标标记点的三维位置数据。

[0063] 在一种可能的实现方式中,可将通过各个图像帧序列中、在同一时刻拍摄的各个

图像帧计算得到的各个二维位置数据利用三角定位法计算出目标标记点的三维位置数据。

[0064] 在上述实施例中,基于预先获得的各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用目标夹角以及与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,按预设的计算规则确定多个图像采集设备在目标场地中的最优排布,包括:基于预先获得的各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用目标夹角以及与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,通过模拟退火算法结合预先设定的多个图像采集设备在目标场地中的位置约束,确定多个图像采集设备在目标场地中的最优排布。

[0065] 进一步的,基于预先获得的各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用目标夹角以及与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,通过下式(1)和式(2)并结合预先设置的位置约束,确定多个图像采集设备在目标场地中的最优排布:

$$[0066] \quad E_i = \begin{cases} 360 + \theta & |C_{pi}| = 0 \\ 360 & |C_{pi}| = 1 \\ Q_i & |C_{pi}| > 1 \end{cases} \quad (1)$$

$$[0067] \quad f_c = \sum_{i=0}^n E_i \quad (2)$$

[0068] 其中, $E_i$ 表示第*i*个目标标记点的误差函数值, $\theta$ 为对不可见标记点的惩罚值, $C_{pi}$ 的绝对值为图像采集设备的数量, $f_c$ 为成本函数,图像采集设备的最优排布为成本函数 $f_c$ 取得最小值时,图像采集设备在目标场地中的排布方案。

[0069] 其中,位置约束用于约束各个图像采集设备在预设长度的直线路径上移动。需要说明的是,位置约束是在充分考虑目标场地的空间结构和尺寸的基础上设定的。

[0070] 上式中的 $Q_i$ 的值通过目标夹角确定, $C_{pi}$ 的值通过与各个图像采集设备对应的目标距离、目标视场角、可视距离范围以及视场角范围确定。

[0071] 其中, $|C_{pi}| = 0$ 表示目标距离在可视距离范围内且目标视场角在视场角范围内的图像采集设备为0个, $|C_{pi}| = 1$ 表示目标距离在可视距离范围内且目标视场角在视场角范围内的图像采集设备为1个, $|C_{pi}| > 1$ 表示表示目标距离在可视距离范围内且目标视场角在视场角范围内的图像采集设备为多于1个。

[0072] 进一步的,通过目标夹角确定 $Q_i$ 的实现方式有多种,在一种可能的实现方式中,可利用预先获取的三维空间位置的误差曲线和目标夹角 $\beta$ 确定。在另一种可能的实现方式中, $Q_i$ 的值通过 $|90^\circ - \beta|$ 确定。

[0073] 需要说明的是,当图像采集设备的数量为两个时,两个图像采集设备的夹角有一个,然而,当图像采集设备的数量为三个或多于三个时,两个图像采集设备的夹角有多个,以图像采集设备为三个为例,当图像采集设备为三个时,存在三个夹角,即第一图像采集设备与第二图像采集设备的夹角 $\beta_1$ 、第一图像设备与第三图像采集设备的夹角 $\beta_2$ ,以及第二图像采集设备与第三图像采集设备的夹角 $\beta_3$ ,在这种情况下, $Q_i$ 的值为 $|90^\circ - \beta_1|$ 、 $|90^\circ - \beta_2|$ 、 $|90^\circ - \beta_3|$ 中的最小值。同样的,在利用预先获取的三维空间位置的误差曲线和两个图像采集设备的夹角确定 $Q_i$ 时,也是将通过误差曲线和 $\beta_1$ 确定出的值、通过误差曲线和 $\beta_2$ 确定出的值、通过误差曲线和 $\beta_3$ 中确定出的值中的最小值确定为 $Q_i$ 的值。

[0074] 本发明实施例还提供了一种确定图像采集设备最优排布的系统,请参阅图3,示出

了该系统的结构示意图,该系统可以包括:第一处理设备301、多个第二处理设备302和多个图像采集设备303,图像采集设备303和第二处理设备302一一对应,且图像采集设备303与第二处理设备302连接,各个第二处理设备302均与第一处理设备301连接。

[0075] 图像采集设备303,用于采集具有目标标记点的运动对象的图像帧序列。

[0076] 第二处理设备302,用于处理与第二处理设备连接的图像采集设备303采集的图像帧序列,通过图像帧序列获得目标标记点的二维位置数据。

[0077] 第一处理设备301,用于预先通过从各个第二处理器302获取的二维位置数据确定目标标记点的三维位置数据,并预先获取各个图像采集设备303的可视距离范围和视场角范围,在确定图像采集设备303最优排布时,构建目标场地的三维模型,添加三维位置数据至三维模型中,在目标场地的三维模型中,通过三维位置数据确定目标夹角以及与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,基于预先获得的各个图像采集设备的可视距离范围、视场角范围,利用目标距离、目标视场角和目标夹角,按预设的计算规则确定多个图像采集设备在所述目标场地中的最优排布,其中,目标夹角为多个图像采集设备进行两两组合获得的各个图像采集设备对中两个图像采集设备的夹角。

[0078] 本发明实施例提供的确定图像采集设备最优排布的系统,首先构建目标场地的三维模型,然后在目标场地的三维模型中加入预先获取的目标标记点在目标场地中的三维位置数据,进而在目标场地的三维模型中,通过目标标记点的三维位置数据确定目标夹角以及与各个图像采集设备对应的目标距离、目标视场角,然后基于预先获得的各个图像采集设备的可视距离范围、视场角范围,利用目标距离、目标视场角和目标夹角,按预设的计算规则确定多个图像采集设备在目标场地中的最优排布。通过本发明实施例提供的确定图像采集设备最优排布的系统,可获得图像采集设备在目标场地中的最优排布方案,基于该最优排布方法可获得较好的运动捕捉效果。

[0079] 在上述实施例中,第一处理设备,具体用于基于预先获得的各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用目标夹角以及与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,通过模拟退火算法结合预先设定的多个图像采集设备在目标场地中的位置约束,确定多个图像采集设备在目标场地中的最优排布。

[0080] 进一步的,第一处理设备基于预先获得的各个图像采集设备的可视距离范围和视场角范围,利用目标夹角以及与各个图像采集设备对应的目标距离和目标视场角,通过下式并结合位置约束,计算多个图像采集设备在目标场地中的最优排布:

$$[0081] \quad E_i = \begin{cases} 360 + \theta & |C_{pi}| = 0 \\ 360 & |C_{pi}| = 1 \\ Q_i & |C_{pi}| > 1 \end{cases}$$

$$[0082] \quad f_c = \sum_{i=0}^n E_i$$

[0083] 其中, $E_i$ 表示第*i*个目标标记点的误差函数值, $\theta$ 为对不可见标记点的惩罚值, $C_{pi}$ 的绝对值为图像采集设备的数量, $f_c$ 为成本函数,图像采集设备的最优排布为成本函数 $f_c$ 取得最小值时,图像采集设备在目标场地中的排布方案。

[0084] 其中,位置约束用于约束各个图像采集设备在预设长度的直线路径上移动。需要说明的是,位置约束是在充分考虑目标场地的空间结构和尺寸的基础上设定的。

[0085] 上式中的 $Q_i$ 的值通过目标夹角确定, $C_{pi}$ 的值通过与各个图像采集设备对应的目标距离、目标视场角、可视距离范围以及视场角范围确定。

[0086] 其中, $|C_{pi}|=0$ 表示目标距离在可视距离范围内且目标视场角在视场角范围内的图像采集设备为0个, $|C_{pi}|=1$ 表示目标距离在可视距离范围内且目标视场角在视场角范围内的图像采集设备为1个, $|C_{pi}|>1$ 表示表示目标距离在可视距离范围内且目标视场角在视场角范围内的图像采集设备为多于1个。

[0087] 另外,需要说明的是,本发明实施例采用的模拟退火算法在成本函数中加大了对不可见标记点的惩罚 $\theta$ ,解决每次需要调整两个相机但难以随即调整至覆盖相同位点满足三角测量原理的问题。

[0088] 在上述实施例中,多个图像采集设备同步触发并以相同的帧率拍摄。

[0089] 则第二处理器,具体用于从各个图像帧序列中的各个图像帧中检测目标标记点,并在检测到目标标记点之后计算目标标记点的二维位置数据。

[0090] 第一处理器,具体用于将通过各个图像帧序列中、在同一时刻拍摄的各个图像帧计算得到的各个二维位置数据重构出目标标记点的三维位置数据。

[0091] 进一步的,第一处理器将通过各个图像帧序列中、在同一时刻拍摄的各个图像帧计算得到的各个二维位置数据利用三角定位法计算出目标标记点的三维位置数据。

[0092] 请参阅图4,图4中的左图为某一任意排布的图采集设备对目标标记点数据的可见性情况,右图为计算所得的图采集设备的最优排布方案对目标标记点数据的可见性情况,图中颜色最深的表示高可见性,对比两个图可以发现,采用最优排布方案的图中高可见性的点较多。即,通过本发明的方法及系统确定的图像采集设备的最优排布可获得较好的运动捕捉效果。

[0093] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0094] 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、装置和设备,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些通信接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0095] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

[0096] 所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。

而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器 (ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器 (RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0097] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

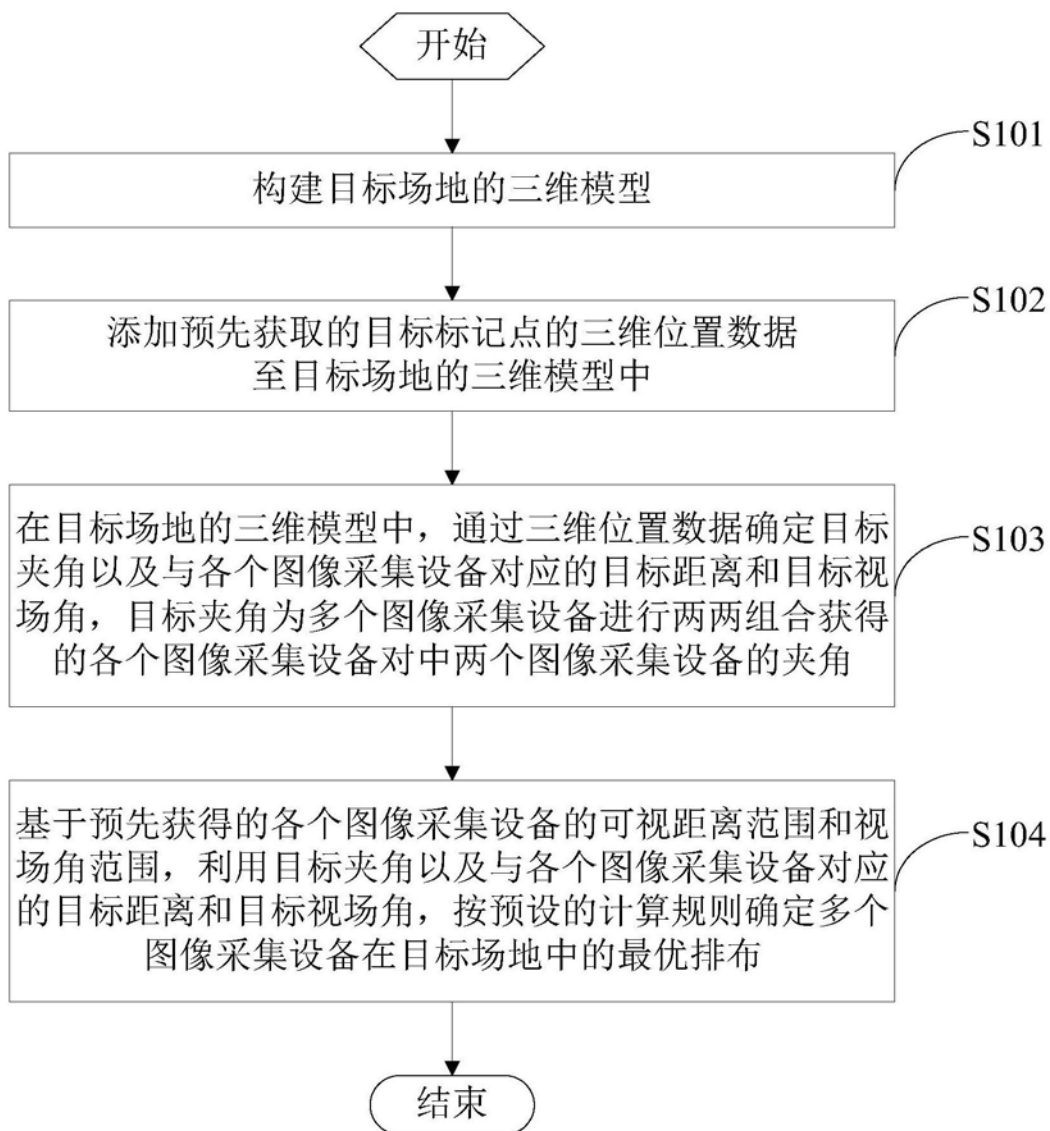


图1

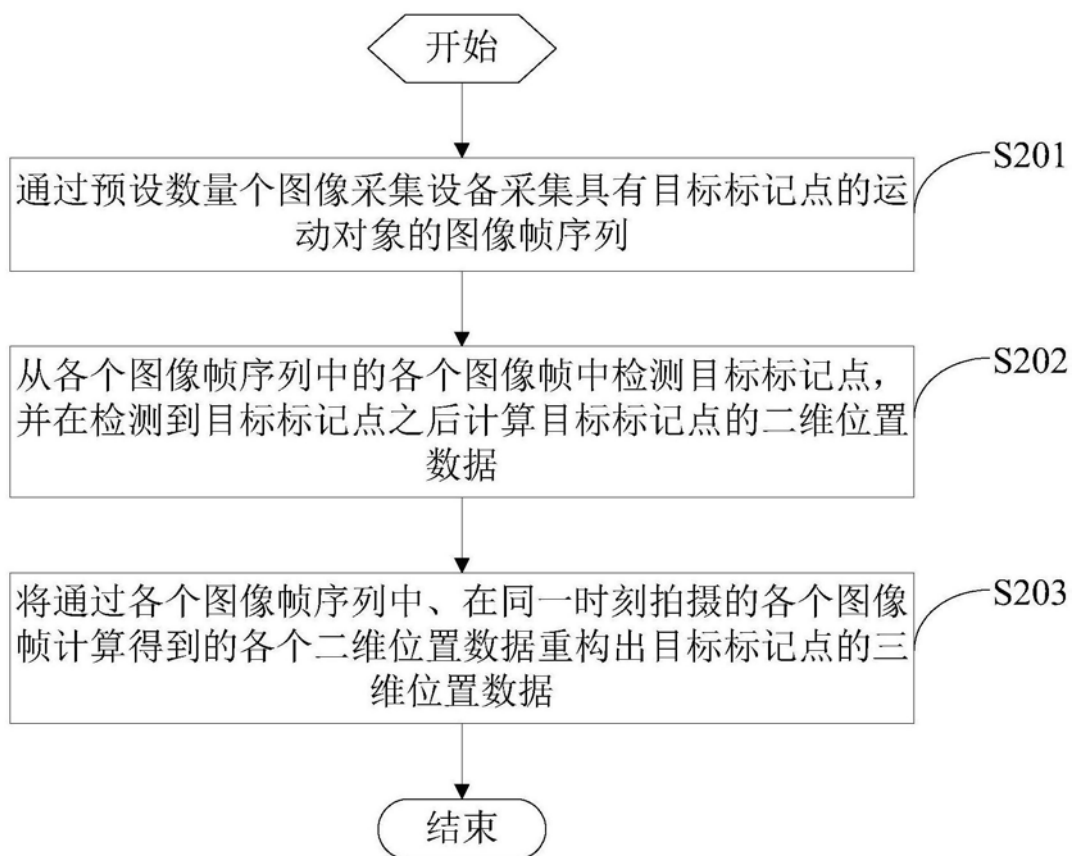


图2

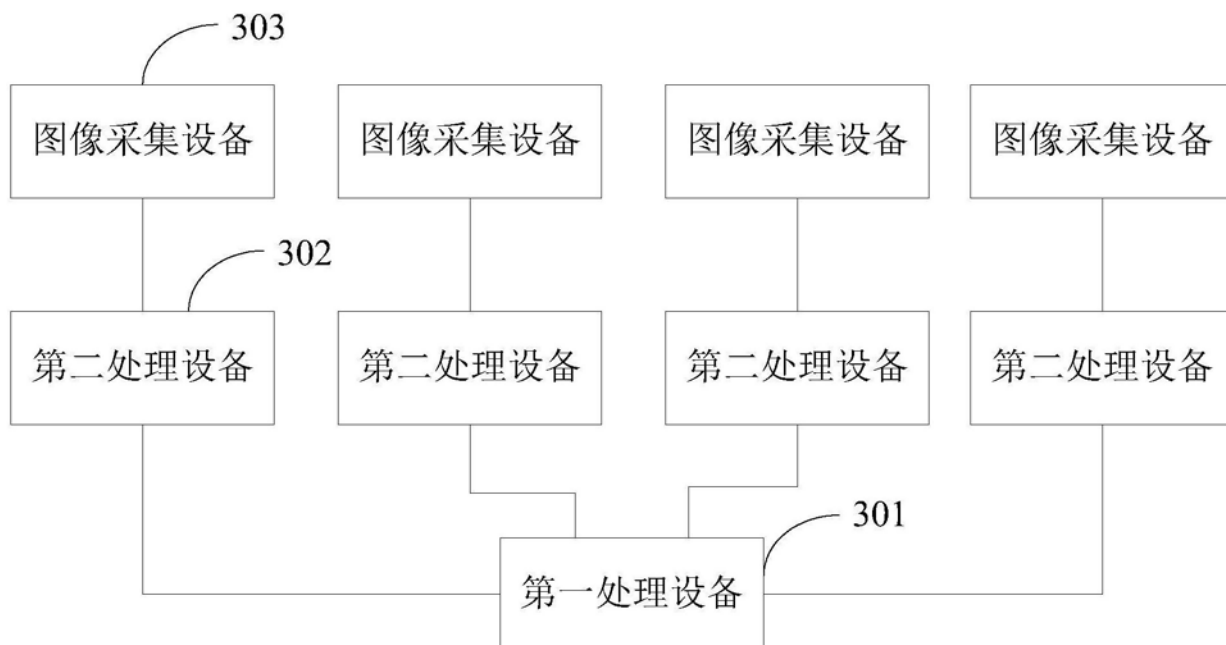


图3

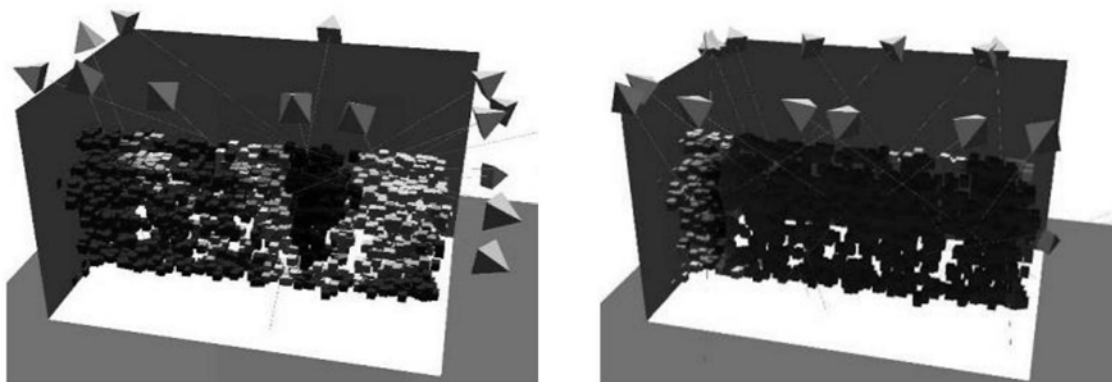


图4