



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102908772 A

(43) 申请公布日 2013. 02. 06

(21) 申请号 201210391492. 2

(22) 申请日 2012. 10. 16

(71) 申请人 东南大学

地址 211103 江苏省南京市江宁区润发路 5 号

(72) 发明人 王颖 王爱民

(74) 专利代理机构 南京天翼专利代理有限责任公司 32112

代理人 朱戈胜

(51) Int. Cl.

A63B 71/06 (2006. 01)

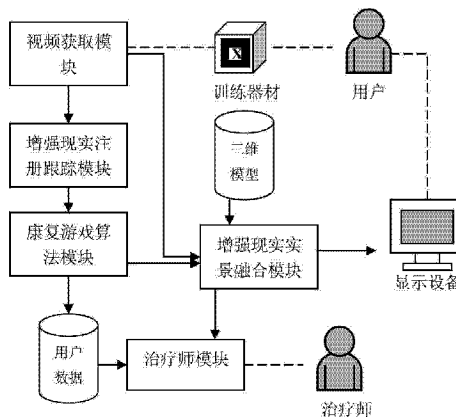
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

(54) 发明名称

利用增强现实技术的上肢康复训练系统

(57) 摘要

一种利用增强现实技术的上肢康复训练系统,通过患者手持带有标识的训练器材进行增强现实游戏的方式对患者的上肢运动功能进行康复训练。该增强现实上肢康复系统包括视频获取模块、增强现实注册跟踪模块、康复游戏算法模块、三维模型模块、实景融合模块、用户数据模块和治疗师模块。视频获取模块实时获取患者康复训练的实景视频,增强现实注册跟踪模块识别实景视频中的标识并计算其参数。康复游戏算法模块提供增强现实康复训练游戏。用户数据模块保存记录患者训练数据。三维模型模块存储虚拟物体的三维模型。实景融合模块将虚拟物体和现实场景融合生成增强现实康复游戏视频信息。本发明增加了上肢运动功能康复训练的趣味性,成本较低,使用简单。



1. 一种利用增强现实技术的上肢康复训练系统,其特征在于,包括视频获取模块、增强现实注册跟踪模块、康复游戏算法模块、三维模型模块、实景融合模块、用户数据模块和治疗师模块;

所述视频获取模块实时获取患者手持带有增强现实标识的训练器材进行康复训练的实景视频;所述增强现实注册跟踪模块分析所述实景视频信息,识别视频信息中的增强现实标识并计算得到增强现实标识的参数信息;所述康复游戏算法模块根据患者手持训练器材上的增强现实标识的参数信息控制增强现实康复游戏中的角色进行游戏;

增强现实康复游戏的视频的产生方法是,由所述三维模型模块存储虚拟物体的三维模型;所述实景融合模块将所述实景视频和三维模型模块中的虚拟物体的三维模型融合,生成最终的增强现实康复游戏视频;

所述用户数据模块存储记录患者训练数据,具体包括患者基本信息和训练任务的完成情况;治疗师模块接收用户实时训练视频及训练数据;

所述增强现实标识为方形,由外部黑色方框和内部标志符号两部分构成。

2. 根据权利要求 1 所述的利用增强现实技术的上肢康复训练系统,其特征在于:所述增强现实注册跟踪模块包括标识识别单元和参数计算单元;

201) 所述标识识别单元对所述实景视频进行处理,查找视频图像中所有的增强现实标识并将其一一识别;

202) 参数计算单元对所识别的增强现实标识的平移和旋转系数进行计算,得到的三维六自由度姿态信息。

3. 根据权利要求 1 所述的利用增强现实技术的上肢康复训练系统,其特征在于:所述康复游戏算法模块通过控制增强现实游戏中的角色进行游戏,引导患者进行上肢的运动。

4. 根据权利要求 2 所述的利用增强现实技术的上肢康复训练系统,其特征在于:

所述步骤 201) 中,具体步骤是先对实景视频图像进行处理:将图像二值化,并搜索、定位增强现实标识的黑色方框,将增强现实标识与数据库中的标识进行模板匹配来识别该标识;

所述步骤 202) 中,所述参数为增强现实标识的六自由度位置姿态信息,分别是 3 个平移系数和 3 个旋转系数;

计算增强现实标识的三维姿态数据的具体的计算方法是:由增强现实标识四个角的图像平面坐标和物体三维坐标建立关系式计算转换矩阵;再由转换矩阵,进一步提取具体的姿态参数。

利用增强现实技术的上肢康复训练系统

技术领域：

[0001] 本发明涉及增强现实技术领域，特别是涉及一种基于增强现实技术的上肢康复训练系统及其实现方法。

背景技术：

[0002] 人体的运动功能受损后一般需要较长的时间来进行康复治疗。传统的人体运动功能康复治疗大多以治疗师的手法操作为主，辅以一些简单的训练器械。现有的康复治疗通常在康复中心由医护人员管理指导进行，对人力、物力的耗费较大。训练内容多为机械性重复动作，患者缺乏与康复训练系统的有效互动，长时间训练会让患者产生厌烦情绪，极大地影响了康复的效果。

[0003] 虚拟现实(Virtual Reality, VR)是一种迅速发展的新兴技术，它利用计算机和传感技术生成一个具有多种感官刺激的虚拟世界，可以使人产生一种身临其境的感觉。增强现实(Augment Reality, AR)技术是虚拟现实研究中的一个重要领域。增强现实技术将计算机生成的虚拟物体叠加在现实世界场景之上。通过运动跟踪实现虚拟物体与现实世界的无缝拼接。增强现实介于虚拟现实和纯粹的现实世界之间，是两者的有机结合。将增强现实技术应用到康复医疗领域，可以突破传统康复医疗方法的局限性。在增强现实康复训练系统中用户既可以接触到虚拟世界提供的多种形式信息反馈又可以与现实物体进行自然交互，因此增强现实康复训练具有虚拟康复训练和现实康复训练的双重优点。

发明内容：

[0004] 本发明的主要目的在于为人体上肢运动功能受损提供一种基于增强现实技术的康复训练系统和方法，改进传统康复训练机械枯燥、资源利用率低下等问题。本发明对传统的人体上肢运动能力康复系统进行改良，通过结合增强现实技术，增加康复治疗的趣味性和提高患者的积极性，使得康复效果得到提高。

[0005] 本发明提出一种利用增强现实技术的上肢康复训练系统，包括视频获取模块、增强现实注册跟踪模块、康复游戏算法模块、三维模型模块、实景融合模块、用户数据模块和治疗师模块；

[0006] 所述视频获取模块实时获取患者手持带有增强现实标识的训练器材进行康复训练的实景视频；所述增强现实注册跟踪模块分析所述实景视频信息，识别视频信息中的增强现实标识并计算得到增强现实标识的参数信息；所述康复游戏算法模块根据患者手持训练器材上的增强现实标识的参数信息控制增强现实康复游戏中的角色进行游戏；

[0007] 增强现实康复游戏的视频的产生方法是，由所述三维模型模块存储虚拟物体的三维模型；所述实景融合模块将所述实景视频和三维模型模块中的虚拟物体的三维模型融合，生成最终的增强现实康复游戏视频；

[0008] 所述用户数据模块存储记录患者的基本信息和训练任务完成情况(该信息即为患者的训练数据)；治疗师模块接收用户实时训练视频及训练数据；

[0009] 所述增强现实标识为方形,由外部黑色方框和内部标志符号两部分构成。

[0010] 患者的训练数据包括:患者的基本信息,如性别、年龄、开始康复训练的日期等;患者的训练任务完成情况,如每次进行训练的时间长短,游戏任务成功次数等数据。

[0011] 所述增强现实注册跟踪模块包括标识识别单元和参数计算单元;

[0012] 201)所述标识识别单元对所述实景视频进行处理,查找视频图像中所有的增强现实标识并将其一一识别;

[0013] 202)参数计算单元对所识别的增强现实标识的平移和旋转系数进行计算,得到的三维六自由度姿态信息。

[0014] 所述步骤 201)中,具体步骤是先对实景视频图像进行处理:将图像二值化,并搜索、定位增强现实标识的黑色方框,将增强现实标识与数据库中的标识进行模板匹配来识别该标识;

[0015] 所述步骤 202)中,所述参数为增强现实标识的六自由度位置姿态信息,分别是 3 个平移系数和 3 个旋转系数;

[0016] 计算增强现实标识的三维姿态数据的具体的计算方法是:由增强现实标识四个角的图像平面坐标和物体三维坐标建立关系式计算转换矩阵;再由转换矩阵,进一步提取具体的姿态参数。

[0017] 以下为数学关系:

[0018] 计算增强现实标识的三维姿态数据,涉及三维物体在平面的投影:

$$[0019] \quad m = PM = K[R|t]M \quad (1)$$

[0020] 式中 m 、 M 分别为任意一点的在图像坐标系和三维物体坐标系下的齐次坐标;其中,在图像坐标系下,图像坐标为 $m = [u, v, 1]^T$;在三维物体坐标系下,三维物体坐标为 $M = [X, Y, Z, 1]^T$; R 为旋转变换矩阵,是一个 3×3 的正交矩阵; t 为平移向量, K 表示摄像机的内部参数矩阵; P 为投影矩阵, $P = K[R|t]$;

[0021] 由于使用的增强现实标识为平面结构,因此令 $Z = 0$,则 (1) 式写为:

$$[0022] \quad \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = K \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 & t \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = K \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & t \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0023] 式中的 r_1 、 r_2 、 r_3 为旋转矩阵 R 的三个列向量, $K[r_1 \ r_2 \ t]$ 为 Z 平面到图像平面的一个单应性矩阵,写作:

$$[0024] \quad \lambda H = [h_1 \ h_2 \ h_3] = K[r_1 \ r_2 \ t] \quad (3)$$

[0025] 其中 λ 为非零系数, H 为标准单应性矩阵, $|H| = 1$, h_1 、 h_2 、 h_3 为 H 的三个列向量;

[0026] 将 (2) 式进一步表示为:

$$[0027] \quad \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \lambda H \begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

[0028] 对于 h_1 、 h_2 、 h_3 、 r_1 、 r_2 、 r_3 、 t 、 λ ,有如下关系:

$$[0029] \quad r_1 = \lambda K^{-1}h_1, \quad r_2 = \lambda K^{-1}h_2,$$

$$[0030] \quad r_3 = r_1 \times r_2, \quad t = \lambda K^{-1}h_3, \quad (5)$$

[0031] $\lambda = 1 / \|K^{-1}h_1\| = 1 / \|K^{-1}h_2\|$

[0032] 得到标识 4 个角点的坐标即可由 (4) 式求得单应矩阵 H;通过关系式 (5) 可以进一步推算出 R 和 t。

[0033] 所述康复游戏算法模块通过控制增强现实游戏中的角色进行游戏,引导患者进行上肢的运动。所述康复游戏算法处理是以患者手持训练器材上标识的参数信息(该参数信息具体是指平移和旋转系数)控制增强现实游戏中的角色进行游戏,引导患者进行上肢的运动;同时对患者的训练表现进行评估和数据记录。

[0034] 增强现实游戏的概要说明:增强现实游戏以训练患者上肢运动能力为目的,患者在游戏中需要以上肢带动训练器材完成游戏中设定的任务,通过在游戏中反复进行上肢移动、倾斜、关节转动等动作达到康复训练的目的。

[0035] 本发明对比现有上肢运动能力康复训练系统和方法具有以下优点:

[0036] 1. 现有的上肢运动功能康复治疗通常在医疗机构内进行,由医务工作者指导监控。医疗资源的缺乏给患者接受治疗造成了困难并加大了患者的经济压力。本发明是一种基于增强现实技术的新型康复系统,该系统用户友好,便于操作,构造仅需普通摄像头和个人计算机,成本较低易于实现,便于患者日常在家中使用。

[0037] 2. 传统康复训练的内容过于单调和枯燥,容易使患者产生厌烦情绪,影响康复效果。本发明运用增强现实技术,加强了系统与用户之间的交互,使康复过程具有更强的交互性和趣味性。通过系统对患者施加多种形式的信息反馈指导患者更好地完成训练,提高了患者进行康复训练的积极性。

[0038] 3. 基于虚拟现实的康复训练系统用计算机生成的虚拟世界完全代替现实世界。患者沉浸在虚拟世界中,由于隔绝了现实环境有可能造成危险。增强现实是虚拟世界与现实世界的结合,杜绝了纯粹虚拟现实环境下的不安全因素。

附图说明:

[0039] 图 1 为本发明实施例中使用的带有增强现实标识的训练器材示意图;

[0040] 图 2 为本发明实施例中的增强现实上肢康复训练系统的结构示意图;

[0041] 图 3 为本发明实施例中提供的增强现实上肢康复训练方法流程图;

[0042] 附图标记:

[0043] X01- 方形木块;X02- 方形木块上的增强现实标识;X03- 水杯;X04- 水杯上的增强现实标识。

具体实施方式:

[0044] 本发明提供一种增强现实上肢康复训练系统,包括:

[0045] 视频获取模块、用于实时获取患者手持附着增强现实标识的训练器材进行康复训练的实景视频。

[0046] 增强现实注册跟踪模块、用于分析实景视频信息,识别视频信息中的标识物体并计算相关参数信息。

[0047] 康复游戏算法模块、用于以患者手持标识的参数信息控制增强现实游戏中的角色进行游戏。

- [0048] 三维模型模块、用于存储虚拟物体的三维模型。
- [0049] 实景融合模块、用于实景视频和虚拟物体的融合,生成最终的增强现实康复游戏视频。
- [0050] 用户数据模块、用于存储记录用户的训练数据。
- [0051] 治疗师模块、用于接收用户实时训练视频及训练数据,以便医疗工作者掌握患者的训练情况并对患者的训练进行管理和指导。
- [0052] 如上所述的增强现实上肢康复训练系统,其中所述增强现实标识为方形,由外部黑色方框和内部标志符号两部分组成。患者手持的训练器材可以根据患者的上肢力量和具体训练内容自行选择,并将增强现实标识附着于其表面。
- [0053] 如上所述的增强现实上肢康复训练系统,其中所述增强现实注册跟踪模块包括:
- [0054] 标识识别单元,用于对所述实景视频进行处理,查找视频图像中所有的标识并将其一一识别。
- [0055] 参数计算单元,用于对所述标识的参数计算,得到其三维六自由度姿态信息。
- [0056] 基于本增强现实的上肢康复训练系统的训练方法是,通过患者手持带有增强现实标识的训练器材进行增强现实游戏的方式对患者的上肢运动功能进行康复训练,具体步骤包括:
- [0057] 系统环境初始化;
- [0058] 视频获取,实时获取患者手持带有增强现实标识的训练器材进行康复训练的实景视频;
- [0059] 增强现实注册跟踪,根据获取的实时图像识别场景中的增强现实标识并计算出相应的参数;
- [0060] 康复游戏算法处理,根据患者手持训练器材上标识的参数信息控制康复游戏中的物体;
- [0061] 实景融合,根据虚拟物体的三维模型及其显示参数将生成的虚拟物体与实景视频信息融合,生成增强现实康复游戏的视频信息;
- [0062] 数据传输,将患者的训练数据及实时训练视频传输至治疗师模块,以便治疗师掌握患者的训练情况并给出指导;
- [0063] 如上所述的增强现实上肢康复训练方法,其中所述增强现实标识为方形,由外部黑色方框和内部标志符号两部分组成。患者手持的训练器材可以根据患者的上肢力量和具体训练内容自行选择,并将增强现实标识附着于其表面。
- [0064] 以下结合附图和具体实施例对本发明作进一步的详细说明:
- [0065] 本发明使用带有黑色边框的标识实现增强现实中虚拟物体的注册和跟踪。在开始康复训练之前根据训练的种类和患者的具体情况选择合适的物体作为训练器材,将增强现实标识附着于其表面。图1为附着了标识的训练器材示意图。如图1所示,分别将标志X02和标志X04附着于器材X01方形木块和器材X03水杯的表面。
- [0066] 图2为本实例提供的一种基于增强现实的上肢康复训练系统结构示意图。如图2所示,该增强现实上肢康复系统包括视频获取模块、增强现实注册跟踪模块、康复游戏算法模块、三维模型模块、实景融合模块、用户数据模块和治疗师模块。其中视频获取模块用于实时获取患者手持带有增强现实标识的训练器材进行康复训练的实景视频。增强现实注册

跟踪模块与视频获取模块相连,用于分析实景视频信息,寻找视频中的标识,将其识别,并计算出相关参数信息。康复游戏算法模块提供增强现实康复训练游戏,利用增强现实注册跟踪模块得到的标识的姿态、位移等信息,控制游戏中的角色,并生成对患者的反馈。用户数据模块用于对患者训练情况的记录保存。三维模型模块中存储有虚拟物体的三维模型。实景融合模块将摄像机获取的现实世界图像和虚拟世界信息结合到一起,生成最终的增强现实康复游戏视频信息。该康复游戏视频信息将通过显示器或视频眼镜等显示设备反馈给用户。治疗师模块用于接收患者的训练数据和视频,便于医疗工作者掌握患者的训练情况并给出相应指导。

[0067] 图3为本发明实施例提供的增强现实上肢康复方法流程图。如图3所示,该增强现实上肢运动功能康复方法包括:

[0068] 步骤10、系统环境初始化

[0069] 步骤20、视频获取,视频获取模块实时获取患者使用带有增强现实标识的训练器材进行康复训练的实景视频;

[0070] 步骤30、增强现实注册跟踪,增强现实注册跟踪模块根据获取的实时图像识别场景中的增强现实标识并计算出相应的参数;

[0071] 步骤40、康复游戏算法处理,根据训练器材上标识的参数信息控制游戏中的物体并生成反馈信息;

[0072] 步骤50、实景融合,实景融合模块根据虚拟物体的三维模型及其显示参数将生成的虚拟物体与实景视频信息融合,生成增强现实康复游戏的视频;

[0073] 步骤60、数据传输、将患者的训练数据及实时训练视频传输至治疗师模块,治疗师掌握患者的训练情况并给出指导;

[0074] 在本实施例中,步骤10、系统环境初始化,具体可以包括:视频捕获的初始化、标识文件的文件读入、相机内部参数的读入。

[0075] 在本实施例中,步骤30、增强现实注册跟踪模块根据获取的实时图像识别场景中的增强现实标识并计算出相应的参数,参数为标识的六自由度位置姿态信息,包括3个平移系数和3个旋转系数。步骤具体包括:

[0076] 步骤301、对视频图像进行处理,将图像二值化并搜索增强现实标识的黑色方框;

[0077] 步骤302、根据标识内部的标志符号将其与数据库中的标识进行模板匹配,识别该标识;

[0078] 步骤303、计算标识的三维姿态数据;

[0079] 本发明针对因外伤或疾病造成上肢运动功能受损的群体,用来对患者进行上肢的移动能力、关节灵活性、动作稳定性等的康复训练。康复训练是一个持久的过程,且必须保持较高的强度。为了增加患者参与康复训练的积极性,康复训练采用了游戏的形式。

[0080] 通过对随机对象进行问卷调查,得出了几种较受患者欢迎的游戏形式。本发明的增强现实康复训练包括三种:打砖块游戏、小车运动游戏和倒水游戏。以下将对各康复游戏进行详细介绍。

[0081] 康复游戏包括打砖块游戏。系统生成一定数量的虚拟彩色砖块,患者手持带有标识的训练器材,代表一个虚拟的反射板。通过对训练器材的移动,控制游戏中虚拟反射板,反弹一个运动的虚拟小球,使小球击打虚拟砖块将其消去。游戏的进行需要一个在桌面平

台环境。首先,我们通过桌面摆放的一个标识卡片一,确定虚拟砖块生成的位置。游戏开始后,患者手持附有标识二的训练器材,模拟反弹小球的板子。系统从摄像头采集的实景图像中分析计算标识二的信息,确定游戏中虚拟反射板的位置,并判断有没有反弹虚拟弹球。如果成功反弹,则虚拟弹球按照反弹路线弹回,并消去与之碰撞的相应砖块。当患者消去全部砖块则一回合游戏结束,如果中途患者没有能够移动“反射板”成功反弹小球,则游戏失败。考虑到患者的运动能力不同,该训练游戏的速度可以调节,分为三个级别,以适应不同条件的患者。患者自己也可以选择不同的手持物体,改变大小、重量来进行练习。该训练可以改善患者的移动能力和抓握能力。

[0082] 康复游戏还包括小车运动游戏。该游戏在桌面上生成一个虚拟道路,患者需控制虚拟小车沿着该虚拟道路行驶。游戏分两种模式,第一种模式中患者转动手持的带标识物体,控制一辆虚拟小车的前进方向并使其保持在道路范围之内。该模式主要训练了患者关节的灵活性。第二种模式虚拟道路保持固定不动,患者移动物体直接控制虚拟小车按照设置好的虚拟路线移动。该模式主要训练了患者上肢的移动能力。

[0083] 康复游戏还包括倒水游戏。在该训练项目中,我们通过生成虚拟场景,指示患者移动目标到指定的位置。患者可以根据自身的条件选择手持物体的形状和重量。训练过程中,通过标识的信息判断患者是否将目标移动到指定位置。虚拟场景中,指定位置显示有一只空杯子,患者手持物体则显示为一只茶壶。当患者将“茶壶”移动到指定位置附近,则提示用户将“茶壶”倾斜,如果患者成功完成动作,系统将显示虚拟茶壶中的水注入虚拟空杯子中,在保持一段时间后,虚拟杯子将被注满,本训练任务宣告完成。该训练任务规定了患者手部的移动位置,患者完成规定任务的时间将被记录,以成功完成任务的数量和相应的时间计分,评价患者的训练水平。

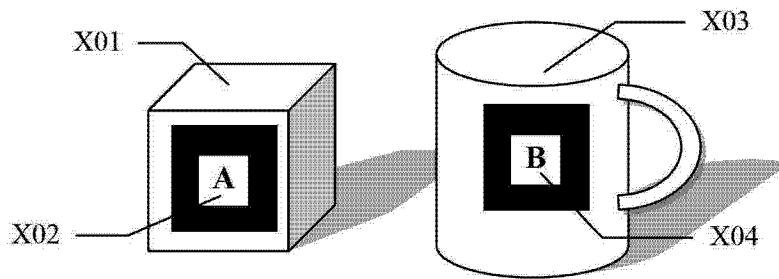


图 1

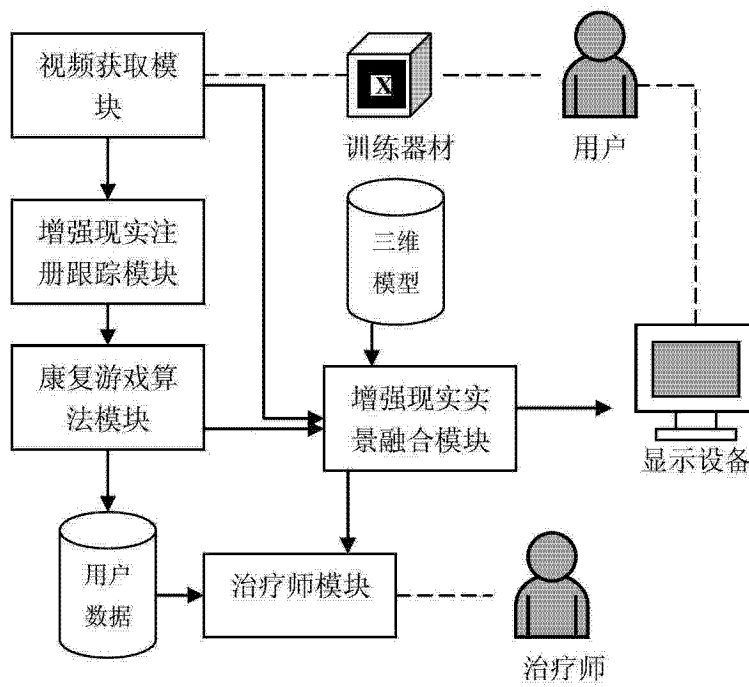


图 2

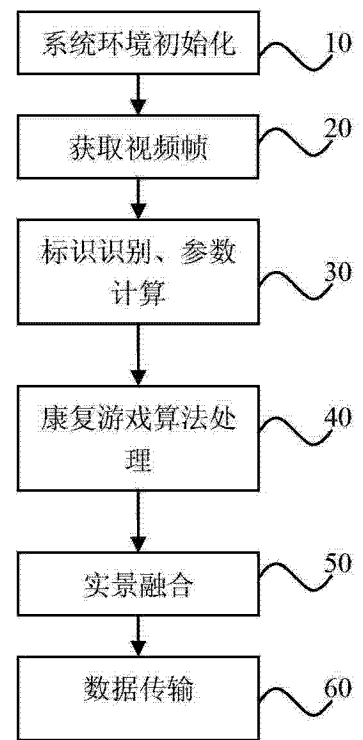


图 3