(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107330911 B
(45)授权公告日 2022.01.11

(21)申请号 201710318964.4

(22)申请日 2017.05.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107330911 A

(43)申请公布日 2017.11.07

(73)专利权人 上海交通大学
地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 武元新 蔡奇 郁文贤

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236
代理人 郭国中

(51)Int.Cl.
G06T 7/246(2017.01)
G06T 7/33(2017.01)
G06T 7/50(2017.01)

(56)对比文件
CN 105551047 A,2016.05.04
WO 2007066445 A1,2007.06.14
CN 104322052 A,2015.01.28
Zhongfei Zhang et al..3D Reconstruction Based on Homography Mapping.《ARPA image understanding workshop》.1996,

审查员 蒋亮

权利要求书1页 说明书2页

(54)发明名称

基于相交约束的纯旋转运动判定方法

(57)摘要

本发明提供了一种基于相交约束的纯旋转运动判定方法,包括以下步骤:步骤一:从双视图中提取正确的特征点对(x_i,x'_i),i＝1,2…m;步骤二:定义矩阵;步骤三:对矩阵进行奇异值分解;步骤四:定义向量;步骤五:若p/m落在以0.5为中心的某区间内,则断定为纯旋转运动;若p/m接近0或接近1,则断定为非纯旋转运动。本发明适用于个各种特征点结构;相对于单应矩阵的方法,本发明的纯旋转判定更加精细、准确。

CN 107330911 B

1.一种基于相交约束的纯旋转运动判定方法，其特征在于，包括以下步骤：

步骤一：从双视图中提取正确的特征点对(xi，x′i)，i＝1，2...，m，其中征点对的个数m≥4，x_i和x_i′分别为双视图的归一化坐标；

步骤二：定义矩阵，取矩阵对应最小奇异值的奇异向量，并按照列的顺序从奇异向量构造3*3矩阵Q；

步骤三：对3*3矩阵Q进行奇异值分解；

$Q=U\Sigma V^T=(u_1,u_2,u_3)\Sigma(v_1,v_2,v_3)^T$，其中Σ为奇异值组成的对角阵；U和V为奇异值分解得到的正交矩阵，u_i和v_i(i＝1，2，3)分别为U和V的列向量；

步骤四：定义向量；

步骤五：计向量中大于零的元素个数为p，若p/m落在以0.5为中心的某区间内，则断定为纯旋转运动；若p/m接近0或接近1，则断定为非纯旋转运动；

所述步骤二：定义矩阵，如式(1)：

$$\mathbf{A}=\begin{bmatrix}\mathbf{x}_1^T\otimes\mathbf{x'}_1^T\\ \vdots\\ \mathbf{x}_m^T\otimes\mathbf{x'}_m^T\end{bmatrix}_{m\times 9} \qquad (1)$$

其中⊗表示为克罗内克积；取矩阵A对应最小奇异值的奇异向量q，并按照列的顺序从奇异向量q构造3*3矩阵Q；上标T表示矩阵或向量的转置；

所述步骤四：定义向量M，如式(2)：

$$\mathbf{M}=\begin{pmatrix}\|\mathbf{x'}_1\|\mathbf{x}_1^T & \|\mathbf{x}_1\|\mathbf{x'}_1^T\\ \vdots & \vdots\\ \|\mathbf{x'}_m\|\mathbf{x}_m^T & \|\mathbf{x}_m\|\mathbf{x'}_m^T\end{pmatrix}_{m\times 6}\begin{pmatrix}-\det(\mathbf{UV})\boldsymbol{v}_3\\ \boldsymbol{u}_3\end{pmatrix}_{6\times 1} \qquad (2)$$

其中，||·||表示向量的长度，det(·)表示矩阵的行列式。

基于相交约束的纯旋转运动判定方法

技术领域

[0001]　本发明涉及一种纯旋转运动判定方法，具体地，涉及一种基于相交约束的纯旋转运动判定方法。

背景技术

[0002]　利用双视图计算位姿和三维重建是计算机视觉中的关键问题，也是组成复杂视觉系统的基础技术，如即时定位与地图构建(SLAM)。在特定场景下，双视图之间的运动越明显，位姿和三维重建的效果越好，越有利于SLAM系统的正常工作。当双视图之间只存在纯旋转或近似纯旋转(位移/景深比很小)运动时，三维重建几乎无法进行。准确地判定出纯旋转运动，对提高视觉系统工作的鲁棒性很有意义。

[0003]　目前，计算机视觉领域通常采用单应(Homography)模型的内点比例实现纯旋转运动的判别，但其阈值选取存在较大的任意性和模糊性，工程实用的效果不佳。

发明内容

[0004]　针对现有技术中的缺陷，本发明的目的是提供一种基于相交约束的纯旋转运动判定方法，其利用了双视图成像几何的相交约束(Intersection Constraint)，在纯旋转运动下，相交约束的理论值为零。考虑到随机噪声的影响，使得该约束大于零与小于零的点对数目概率相等。

[0005]　根据本发明的一个方面，提供一种基于相交约束的纯旋转运动判定方法，其特征在于，包括以下步骤：

[0006]　步骤一：从双视图中提取正确的特征点对(x_i,x_i')，$i=1,2...,m$，其中征点对的个数$m\geq4$，x_i和x_i'分别为特征点对的归一化齐次坐标；

[0007]　步骤二：定义矩阵，取矩阵对应最小奇异值的奇异向量，并按照列的顺序从奇异向量构造3*3矩阵；

[0008]　步骤三：对3*3矩阵进行奇异值分解；

[0009]　步骤四：定义向量；

[0010]　步骤五：计向量中大于零的元素个数为p，若p/m落在以0.5为中心的某区间内，则断定为纯旋转运动；若p/m接近0或接近1，则断定为非纯旋转运动。

[0011]　与现有技术相比，本发明具有如下的有益效果：本发明适用于个各种特征点结构，如平面特征点结构；相对于单应矩阵的方法，本发明的纯旋转判定更加精细、准确。

具体实施方式

[0012]　下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明，但不以任何形式限制本发明。应当指出的是，对本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明思的前提下，还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0013] 本发明基于相交约束的纯旋转运动判定方法包括以下步骤：

[0014] 步骤一：从双视图中提取正确的特征点对(x_i, x_i')，$i=1,2...,m$，其中征点对的个数$m\geq 4$，x_i和x_i'分别为双视图的归一化坐标；

[0015] 从双视图中提取特征点，可采用各种主流的特征提取算法，如SIFT、SURF或ORB等，并使用随机取样一致性(RANSAC)等鲁邦算法剔除错误匹配点对。

[0016] 步骤二：定义矩阵，如式(1)：

[0017]
$$\mathbf{A}=\begin{bmatrix}\mathbf{x}_1^T\otimes\mathbf{x'}_1^T\\ \vdots\\ \mathbf{x}_m^T\otimes\mathbf{x'}_m^T\end{bmatrix}_{m\times 9} \quad\cdots\cdots\quad (1)$$

[0018] 其中⊗表示为克罗内克积。取矩阵A对应最小奇异值的奇异向量q，并按照列的顺序从奇异向量q构造3*3矩阵Q；上标T表示矩阵或向量的转置。

[0019] 步骤三：对3*3矩阵Q进行奇异值分解(SVD)，即$Q=U\Sigma V^T=(u_1,u_2,u_3)\Sigma(v_1,v_2,v_3)^T$，其中Σ为奇异值组成的对角阵；U和V为奇异值分解得到的正交矩阵，u_i和$v_i$$(i=1,2,3)$分别为U和V的列向量；

[0020] 步骤四：定义向量M，如式(2)：

[0021]
$$\mathbf{M}=\begin{pmatrix}\|\mathbf{x'}_1\|\mathbf{x}_1^T & \|\mathbf{x}_1\|\mathbf{x'}_1^T\\ \vdots & \vdots\\ \|\mathbf{x'}_m\|\mathbf{x}_m^T & \|\mathbf{x}_m\|\mathbf{x'}_m^T\end{pmatrix}_{m\times 6}\begin{pmatrix}-\det(\mathbf{UV})\boldsymbol{v}_3\\ \boldsymbol{u}_3\end{pmatrix}_{6\times 1} \quad\cdots\cdots\quad (2)$$

[0022] 其中，||·||表示向量的长度，det(·)表示矩阵的行列式；

[0023] 步骤五：计向量M中大于零的元素个数为p，若p/m落在以0.5为中心的某区间内，则断定为纯旋转运动；若p/m接近0或接近1，则断定为非纯旋转运动。

[0024] 区间的长度设置取决于具体的判定精度要求。根据以往经验，取区间[0.4,0.6]可以有效地判定出纯旋转或近似纯旋转。

[0025] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是，本发明并不局限于上述特定实施方式，本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改，这并不影响本发明的实质内容。