基于立体视觉—惯导 SLAM 的四旋翼无人机导航算法

孙　楠　1,2　,裴信彪　1　,王春军　3　,李继辉　1,2　,彭　程　1　,白　越　1
（1 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所,吉林 长春 130033;2 中国科学院大学，北京 100049；3 北京全路通信信号研究设计院集团有限公司，北京 100049）

摘　要：针对基于视觉的同时定位与地图构建（SLAM）系统在快速运动和特征不足时存在精度低和跟踪易失败的问题，提出了一种基于紧耦合的非线性优化的立体视觉—惯导 SLAM（visual inertial SLAM,VI-SLAM）算法.首先，以关键帧的位姿作为约束，初始化惯性测量单元（IMU）的偏差，并根据 IMU 预积分预测当前帧的位姿；然后，在后端优化中采取非线性局部平滑的方法，融合视觉 SLAM 的位姿估计与 IMU 预积分；并通过回环检测消除累积误差，采用图优化算法进行全局地图优化.通过 EuRoC 数据集验证该系统的性能，对比视觉 SLAM 算法平均精度提升了 1 倍左右.并将该算法应用于立体视觉四旋翼飞行控制平台，验证所提算法的实际应用性.

关键词：视觉—惯导 SLAM；初始化；预积分；非线性优化；紧耦合

Four-rotor UAV navigation algorithms based on stereo visual-intertial SLAM

SUN Nan1,2，PEI Xin-biao1，WANG Chun-jun3　，LI Ji-hui1,2　，PENG Cheng　1　，BAI Yue　1
(1 Changchun Institute of Optics,Fine Mechanics and Physics，Chinese Academy of Sciences，Changchun 130033，China；2 University of Chinese Academy of Sciences，Beijing 100049，China；3 CRSC research & design institute Group Co., lt，　Beijing 100049,China)

Abstract：　In the case of too fast movement and lack of features, the simultaneous localization and mapping (SLAM) system based on visual features has low accuracy and is liable to fail in tracking.For this problem, a tightly coupled stereo visual-inertial SLAM (VI-SLAM) algorithm using nonlinear optimization is proposed.Firstly, with the pose of the key frame as the constraint, the bias of the Inertial Measurement Unit (IMU) is initialized.and the pose of the current frame is predicted based on the IMU pre-integration.then, the non-linear local smoothing method is used in the back end optimization, fusing the pose estimation of vision SLAM and IMU pre-integration.and the cumulative error is eliminated by loop detection,the global map optimization is carried out by graph optimization.The performance of the system is validated by EuRoC dataset, and the average accuracy of the system is about twice as high as that of the visual SLAM algorithm.The algorithm is applied to the stereo vision Four-rotor UAV platform, and the practical application of the proposed algorithm is verified.

Key words：　visual-inertial SLAM;pre-integration;initialization;nonlinear optimization;tightly coupled

作者简介：孙　楠 女，（1993-），硕士研究生.研究方向为无人机视觉-惯性导航.
裴信彪 男，（1990-），博士，助理研究员.研究方向为多旋翼无人机多传感器的数据融合与控制方法.
王春军 男，（1983-），硕士，工程师.研究方向为自动驾驶和视觉导航.
李继辉 男，（1994-），硕士研究生.研究方向为无人机目标检测.
彭　程 女，（1987-），博士，助理研究员.研究方向为微小型无人机自动控制.
白　越(通讯作者) 男，（1979-），博士，研究员，博士生导师.研究方向为微小型无人飞行器动力学与控制.
E-mail：baiy@ciomp.ac.cn.