

移动目标位姿同步跟踪技术研究*

罗成名 李威 杨海 应葆华

(中国矿业大学机电工程学院, 徐州 221116)

摘要:以农业车辆或者采矿装备等移动目标为对象,以实现移动目标在未知环境中自主运动为目的,进行了基于三轴加速度和陀螺仪的移动目标位姿同步跟踪研究。首先建立移动目标运动学模型,探寻姿态角与位置解算的耦合规律,利用加速度和角加速度进行位姿导航参数计算,并在搭建的定位原型系统上对所提定位定姿算法进行验证。实验结果表明,静态测试时横滚角 φ 、俯仰角 β 及偏航角 θ 的误差分别为 0.33° 、 0.26° 和 0.38° ,动态测试时姿态角跟踪误差分别为 1.01° 、 0.64° 和 0.83° ;静态测试时三维加速度下的平均位置误差分别为 0.76 、 0.52 和 0.56 m,利用零速校正消除了运行时的累计误差,能够对移动目标运动轨迹进行有效跟踪。

关键词:移动目标 定位定姿 自主跟踪 精度分析

中图分类号: V249.32⁺²; TP242

文献标识码: A

文章编号: 1000-1298(2014)10-0047-06

引言

移动目标精确定位定姿技术,能够在面对复杂任务时进行自主运动,已经获得了广泛的应用^[1]。在农业工程中,位姿检测是灌溉施肥、农作物智能种植采摘以及车辆导航等精准农业的重要分支^[2];在地下采矿工程中,综采工作面跟机自动化、采煤机记忆截割以及巷道人员定位等需要精确的位姿参数^[3];在其他领域,多机作业、智能调度及飞行器导航等需要移动目标按照功能需求移动到预定目的地,定位定姿技术为其提供重要的支持,使得移动目标精确定位定姿已经成为活跃的研究领域^[4]。

在移动目标上安装 GPS 接收器,能够获得移动目标的运动位置,但其定位精度不高^[5],在矿山或室内等封闭环境下 GPS 无线信号容易受到遮蔽,无法为移动目标提供连续的位置服务^[6]。因此,很多学者研究了不依赖于 GPS (GPS-free) 的定位方法,其主要有里程计^[7]、视觉导航^[8]以及激光测距^[9]等方法。里程计法只能提供位置信息而无法获得姿态,视觉导航容易受到光照不均、图像变形等干扰使位姿解算精度及稳定性较差,而激光测距通过激光往返时间来计算相对距离,容易受到障碍物的遮蔽而失效。

在农田或者矿井等未知环境中,由于土壤条件多变及作业艰苦,移动目标能够获取的周围环境信

息比较匮乏,容易受到复杂地形干扰,无法得到移动目标精确的位置和姿态^[10]。因此,需要研究一种更加实用有效的方法,能够实现移动目标在未知环境中的位置和姿态的同步输出^[11]。文献[12]对移动目标车轮安装车轮编码器和三轴加速度计,通过连续的三维测距来构建机器人移动目标在三维地图中的位置。文献[13]针对移动机器人同时定位与地图创建方法,采用无迹粒子滤波方法来增强移动目标定位精度,同时提高了定位的实时性。由于传感器测量过程中存在噪声,文献[14]采用 Kalman 滤波来消除测量误差,提高移动目标的定位精度。由于移动目标倾斜引起的位置误差不具有高斯统计特性,要在定位解算过程中耦合姿态信息,才能对移动目标的位置进行精确的估计。

本文在移动目标运动过程中,利用载体自身惯性信息进行定位,无需向外辐射能量,采用直接固定在移动目标上的三轴加速度传感器和陀螺仪,实时采集加速度和角速度,根据实时解算同步得到移动目标三维位置和姿态。

1 移动目标位姿解算

1.1 定位原理

在农田或者矿井等起伏地面,将三轴加速度计和陀螺仪安装在农业车辆或者采矿装备等移动目标上,经过测量得到移动目标的三轴线加速度和角速

收稿日期: 2014-05-06 修回日期: 2014-07-05

* 国家高技术研究发展计划(863计划)资助项目(2013AA06A411)、江苏高校优势学科建设工程资助项目和江苏省研究生培养创新工程资助项目(KYLX_1374)

作者简介: 罗成名, 博士生, 主要从事移动目标协同定位研究, E-mail: chengmingluo@yahoo.com

通讯作者: 李威, 教授, 博士生导师, 主要从事机电系统智能控制及检测应用研究, E-mail: cmecumt512@yahoo.com

度,需要将机身坐标变换到全局参考坐标系,同时对移动目标姿态、速度及位置进行初始化,经过计算机实时计算处理能够获得移动目标的运动轨迹,其原理图如图1所示。本文所提的采用加速度和陀螺仪进行移动目标定位定姿方法,相对GPS定位在封闭空间中具有更高的适应性,而且较图像视觉传感器不受光线强弱的影响,具有较好的稳定性和定位精度。

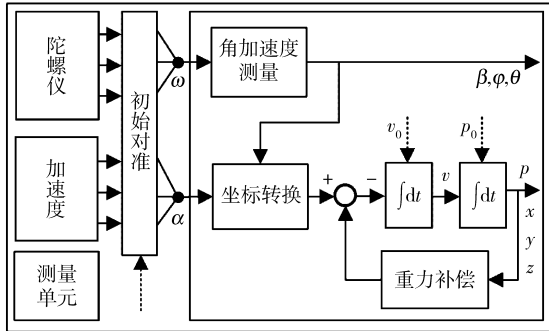


图1 移动目标定位定姿原理图

Fig.1 Schematic diagram of position and pose detection for mobile target

1.2 运动学建模

在分析移动目标运动过程中,将移动目标建模为车轮上的刚体,如图2所示。以水平向右为 X_c 轴,以垂直于 X_c 轴向上为 Y_c 轴建立全局参考坐标系 X_cOY_c ;以移动目标运动方向为 X_R ,以垂直于 X_R 轴建立机身坐标系 $X_R OY_R$,全局坐标系与机身坐标系之间的角度为 α ,在 k 时刻移动目标机身位置由二维向量表示 $\mathbf{X}(k) = [x(k) \ y(k)]^T$ 。令移动目标在平面内匀速运动速度为 $v(k)$,基于运动学建模在 $k+1$ 时刻移动目标位置 $\mathbf{X}(k+1)$ 为^[15]

$$\mathbf{X}(k+1) =$$

$$\begin{bmatrix} x(k+1) \\ y(k+1) \\ \alpha(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x(k) + \Delta T v(k) \cos \alpha(k) \\ y(k) + \Delta T v(k) \sin \alpha(k) \\ \alpha(k) + \Delta \alpha(k) \end{bmatrix} + \xi \quad (1)$$

式中 $v(k) \cos \alpha(k)$ ——横坐标速度分量

$v(k) \sin \alpha(k)$ ——纵坐标速度分量

ΔT ——采样时间 ξ ——过程噪声

1.3 三维位姿解算

以上建模只考虑其在二维平面内运动,当移动目标在农田或者矿井运动时,由于地面起伏变化容易使机身产生倾斜,移动目标在起伏地面存在3个姿态角,即横滚角 φ 、俯仰角 β 以及偏航角 θ ,而移动目标机身倾斜角度 (φ, β, θ) ,将影响三维位置输出 $\mathbf{X}(k) = [x(k) \ y(k) \ z(k)]^T$ 。因此,需要采用四元数法对移动目标姿态进行求解,可以用单位四元数 \mathbf{Q} 表示^[16]

$$\mathbf{Q}(q_0, q_1, q_2, q_3) = q_0 + q_1 \mathbf{i} + q_2 \mathbf{j} + q_3 \mathbf{k} \quad (2)$$

对式(2)进行求解,其姿态变换矩阵为

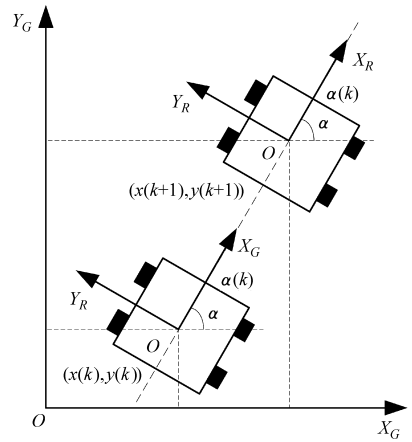


图2 移动目标运动学建模

Fig.2 Kinematic modeling for mobile target

$$\begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} q_0^2 + q_1^2 - q_2^2 - q_3^2 & 2(q_1 q_2 - q_0 q_3) & 2(q_1 q_3 + q_0 q_2) \\ 2(q_1 q_2 + q_0 q_3) & q_0^2 - q_1^2 + q_2^2 - q_3^2 & 2(q_2 q_3 - q_0 q_1) \\ 2(q_1 q_3 - q_0 q_2) & 2(q_2 q_3 + q_0 q_1) & q_0^2 - q_1^2 - q_2^2 + q_3^2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

由式(3)可以得到移动目标三维姿态角为

$$\begin{cases} \varphi = \arctan \left(-\frac{C_{13}}{C_{33}} \right) \\ \beta = \arcsin C_{23} \\ \theta = \arctan \frac{C_{21}}{C_{22}} \end{cases} \quad (4)$$

在求得移动目标姿态变换矩阵后,移动目标导航坐标系下的比力方程为^[17]

$$\mathbf{f}^n = \dot{\mathbf{v}}_e^n + (2\boldsymbol{\omega}_{ie}^n + \boldsymbol{\omega}_{en}^n) \times \mathbf{v}_e^n - \mathbf{g}^n \quad (5)$$

式中 \mathbf{f}^n ——东北天分力

\mathbf{v}_e^n ——东北天的速度分量

$\boldsymbol{\omega}_{ie}^n$ ——地球坐标系相对惯性坐标系的旋转角速率

$\boldsymbol{\omega}_{en}^n$ ——导航坐标系相对地球坐标系的旋转角速率

\mathbf{g}^n ——加速度

通过整理计算,可得移动目标的位置为

$$\begin{cases} L = \int \dot{L} dt + L(0) \\ \lambda = \int \dot{\lambda} dt + \lambda(0) \\ h = \int \dot{h} dt + h(0) \end{cases} \quad (6)$$

1.4 姿态角耦合

由于移动目标作为运载体,其姿态角度变化影响位置测量值。因此,以移动目标 Z 轴坐标来分析

姿态角对位置的影响,如图 3 所示。

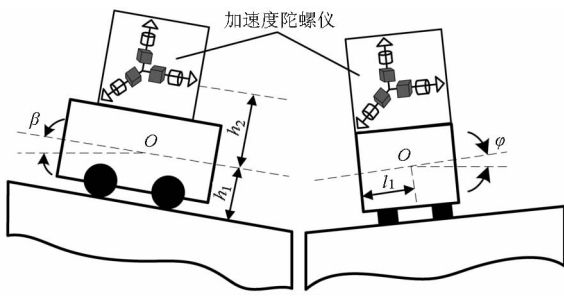


图 3 移动目标姿态角倾斜

Fig. 3 Mobile target on inclined plane

令移动目标与 XOY 平面的夹角为俯仰角 β , 移动目标机身高度为 h_1 , 测量单元到机身质心高度为 h_2 , 考虑水平面的起伏变化, 移动目标 Z 轴坐标为

$$h' = (h_1 + h_2) \cos\beta \quad (7)$$

而移动目标不仅受到俯仰角的影响, 而且受到与 YOZ 平面的夹角横滚角 φ 的影响, 令移动目标中心宽度为 l_1 , 则其高度方向引起的坐标变化为

$$\Delta h = l_1 \tan\varphi \quad (8)$$

结合式(7)和式(8), 经俯仰角和横滚角补偿后, 移动目标的 Z 轴坐标为

$$h = (h_1 + h_2) \cos\beta - l_1 \tan\varphi \quad (9)$$

从式(9)可得出, 当俯仰角及横滚角有一定角度时, 容易对移动目标 Z 轴坐标产生误差, 同时也影响 X 和 Y 轴的坐标值。当安装在机身的测量单元距离地面 1 m 且机身中心宽度为 0.5 m, 若俯仰角及横滚角为 10° 或者 20° 时, 其 Z 轴位置误差为 10 cm 或者 25 cm。由移动目标姿态角度引起的误差无法通过滤波方法消除, 因此需要对其姿态角度进行建模。不同坐标系间的姿态角度关系可以通过旋转实现, 绕 X 、 Y 及 Z 轴旋转 β 、 φ 和 θ 角度, 其旋转变换矩阵 $\text{Rot}(X, \beta)$ 、 $\text{Rot}(Y, \varphi)$ 和 $\text{Rot}(Z, \theta)$ 为^[18]

$$\text{Rot}(X, \beta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\beta & \sin\beta \\ 0 & -\sin\beta & \cos\beta \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$\text{Rot}(Y, \varphi) = \begin{bmatrix} \cos\varphi & 0 & -\sin\varphi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\varphi & 0 & \cos\varphi \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$\text{Rot}(Z, \theta) = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (12)$$

基于坐标旋转关系, 依次绕 Z 、 X 和 Y 轴旋转后, 其旋转矩阵为

$$C = \text{Rot}(Y, \varphi) \text{Rot}(X, \beta) \text{Rot}(Z, \theta) \quad (13)$$

2 实验

为了验证所提定位定姿方法的有效性, 在移动

小车上进行定位测试, 如图 4 所示。采用高性能三轴加速度和三轴陀螺仪, 同时配有存储模块、信号采集模块与通信模块, 其中三维加速度量程为 $\pm 16 g$, 分辨率为 $6.1 \times 10^{-5} g$, 稳定性为 $0.01 g$; 三轴陀螺仪量程为 $\pm 2000(^{\circ})/s$, 分辨率为 $7.6 \times 10^{-3}(^{\circ})/s$, 稳定性为 $0.05(^{\circ})/s$, 传感器采集的数据通过串口输出与上位机相连, 波特率设置为 115 200 kps, 输出频率为 100 Hz。由于加速度 Z 轴受地球重力影响, 令地球半径为 6 378.16 km, 自转速率为 $7.2916 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$, 重力加速度 g 为 9.7952 m/s^2 , 移动小车的初始加速度、位置以及姿态角分别为 $w = [0 \ 0 \ 0]^T$ 、 $a = [0 \ 0 \ 0]^T$ 和 $p = [0 \ 0 \ 0]^T$ 。将三轴加速度传感器和三轴陀螺仪组成的位姿测量单元固定安装在移动小车上, 通过通信单元向计算机进行数据传输, 经解算在上位机上输出位姿参数。

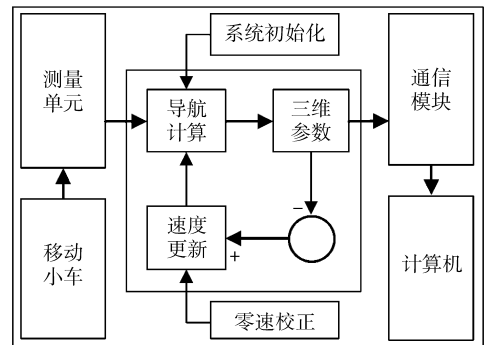


图 4 定位定姿系统原理

Fig. 4 Prototype of position and pose system

2.1 三维姿态精度测试

对移动小车上测量单元的姿态角进行初始对准, 在横滚角 $\varphi = 0^\circ$ 、俯仰角 $\beta = 0^\circ$ 及偏航角 $\theta = 0^\circ$ 条件下进行姿态角精度测试, 如图 5 所示。三维姿态角静态平均误差分别为 0.33° 、 0.26° 和 0.38° , 在三轴陀螺仪静止时完成初始对准, 消除陀螺仪零漂, 使

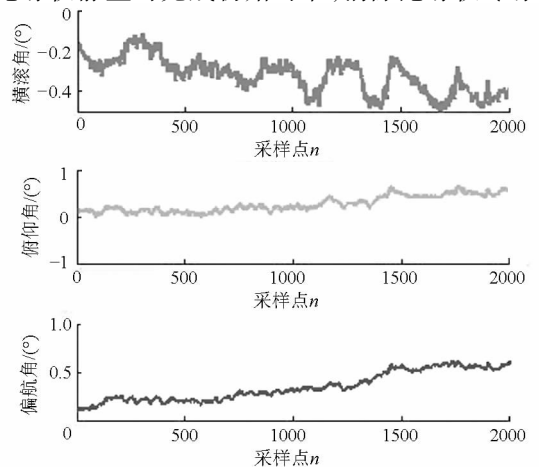


图 5 横滚角 $\varphi = 0^\circ$ 、俯仰角 $\beta = 0^\circ$ 及偏航角 $\theta = 0^\circ$ 静态测试

Fig. 5 Pose detection under the conditions of $\varphi = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$ and $\theta = 0^\circ$

其能在移动目标的三维姿态测量中应用。

农业车辆或者采矿装备会在一定坡面上运行,将小车放置在横滚角 $\varphi = 9.3^\circ$ 、俯仰角 $\beta = 0^\circ$ 及偏航角 $\theta = 0^\circ$ 的倾斜路面上,进行姿态角动态性能跟踪测试,如图 6 所示。其横滚角,俯仰角及偏航角的平均误差为 1.01° 、 0.64° 和 0.83° ,而方差分别为 0.34 、 0.26 和 0.51 。相比于静态测试,由于路面的不平整以及移动小车车身振动等因素,使姿态角测量误差有一定的增加,但是同样能够用于在实际环境中进行有效测量。

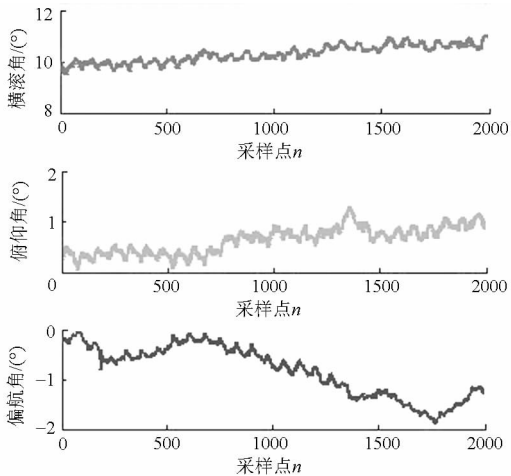


图 6 横滚角 $\varphi = 9.3^\circ$ 、俯仰角 $\beta = 0^\circ$ 及偏航角 $\theta = 0^\circ$ 的倾斜路面姿态动态测试

Fig. 6 Dynamic pose detection under the inclined road with $\varphi = 9.3^\circ$, $\beta = 0^\circ$ and $\theta = 0^\circ$

2.2 三维位置精度测试

在移动小车静止时,来验证位姿测量单元中三轴加速度传感器的性能,如图 7 所示。由于地球重力加速度,在对 Z 轴方向上的重力加速度进行补偿

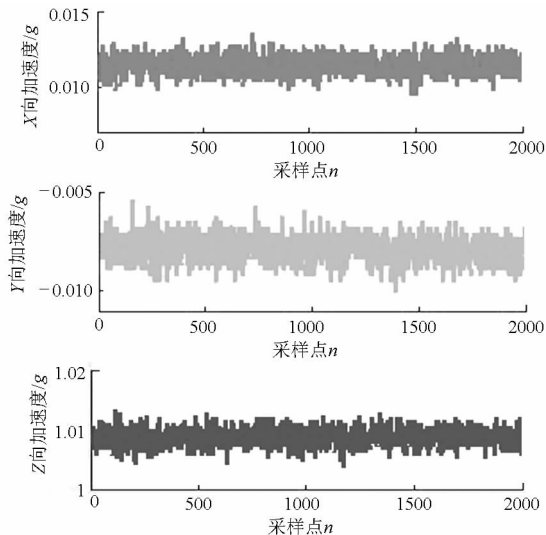


图 7 静止状态下加速度测试

Fig. 7 Acceleration detection under static state

后, X 、 Y 和 Z 轴方向上的平均加速度测量误差分别为 0.012 g 、 0.008 g 和 0.009 g ,在静态测试时三轴加速度具有较好测量性能。

令移动小车初始加速度和位置均为 0,对所测量的三轴加速度进行积分运算,得到移动小车位置输出如图 8 所示。从图 8 可看出, X 、 Y 和 Z 轴方向上最大定位误差分别为 2.31 m 、 1.59 m 和 1.72 m ,采用加速度传感器其位置在短时间内能够提供精确位置,在经过 2000 次采样后其三轴平均定位误差分别为 0.76 m 、 0.52 m 和 0.56 m 。

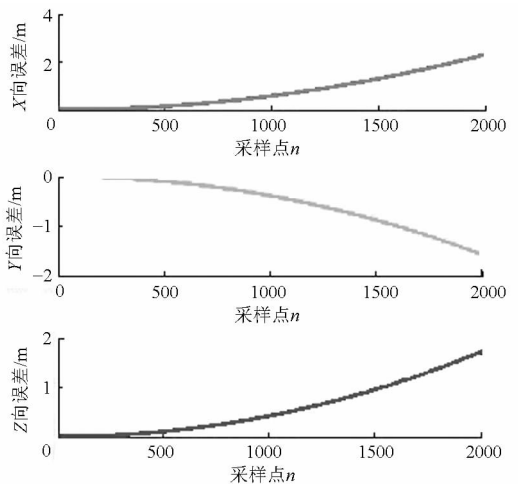


图 8 静止状态下位置误差分析

Fig. 8 Position error analysis under static state

在农业或者矿业车辆等实际应用中,由于需要长时间的连续测量,经过一定时间后由于累计误差位置精度会下降,利用移动目标运行间隔一定时间后停车,其加速度和速度均为零,在移动目标重新开始运动后对加速度和速度进行初始化,称为零速校正技术^[19]。

由于加速度测量噪声的存在,使得移动小车运行后其速度和位置解算均存在误差,利用移动小车停车时其加速度和速度输出为零作为观测量,当移动小车再启动运行时能够消除速度误差,同时减少由于对加速度测量误差二次积分所引起的位置累计误差,使得移动小车再启动时能够获得较为精确的位置结果。对移动小车沿 Y 轴进行 4 次间隔停车-启动运行,在移动小车每次停车-启动运行时将加速度以及速度校正为零。

如图 9 和 10 所示,可以得出三轴加速度计能够很好地捕捉 Y 轴方向加速度变化,而 X 和 Z 轴方向加速度会有一定程度的波动。通过零速校正技术,在保证观测实用性基础上消除了累计误差,对农业车辆或者采矿装备等移动目标运动轨迹能够进行有效跟踪,从而提高位置测量的精度。

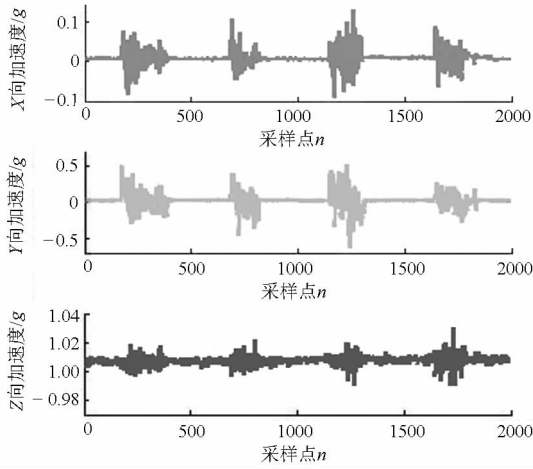


图 9 零速校正下三轴加速度跟踪测试

Fig. 9 Three-dimensional acceleration tracking under zero-velocity update

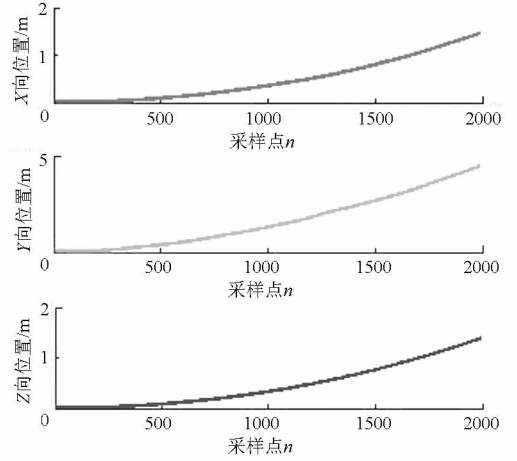


图 10 零速校正下三维位置跟踪测试

Fig. 10 Three-dimensional position tracking under zero-velocity update

3 结束语

提出了一种采用三轴加速度计和三轴陀螺仪进行定位的方法。实验结果表明:在完成初始对准后,横滚角,俯仰角及偏航角在静态测试时平均误差分别为 0.33° 、 0.26° 和 0.38° ,当在一定倾斜路面上运

行时,其三轴姿态角度测量误差分别为 1.01° 、 0.64° 和 0.83° ;在完成 Z 轴重力加速度补偿后,在 X 、 Y 和 Z 轴方向上的平均加速度测量误差分别为 $0.012 g$ 、 $0.008 g$ 和 $0.009 g$,平均位置误差分别为 $0.76 m$ 、 $0.52 m$ 和 $0.56 m$,利用零速校正能够消除累计误差从而对移动小车进行有效跟踪。

参 考 文 献

- Jin Y Y, Soh W S, Motani M, et al. A robust indoor pedestrian tracking system with sparse infrastructure support [J]. IEEE Transactions on Mobile Computing, 2013, 12(7): 1392 - 1403.
- 李建平, 林妙玲. 自动导航技术在农业工程中的应用研究进展[J]. 农业工程学报, 2006, 22(9): 232 - 236.
Li Jianping, Lin Miaoling. Research progress of automatic guidance technologies applied in agricultural engineering [J]. Transactions of the CSAE, 2006, 22(9): 232 - 236. (in Chinese)
- 孟宇, 刘立, 马飞, 等. 基于视觉的地下矿用车辆自定位方法[J]. 农业机械学报, 2012, 43(1), 22 - 27.
Meng Yu, Liu Li, Ma Fei, et al. Vision-based self-localization method for underground mining vehicle [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012, 43(1): 22 - 27. (in Chinese)
- 周帆, 江维, 李树全, 等. 基于粒子滤波的移动物体定位和追踪算法[J]. 软件学报, 2013, 24(9): 2196 - 2213.
Zhou Fan, Jiang Wei, Li Shuquan, et al. Moving target localization and tracking algorithms: a particle filter based method [J]. Journal of Software, 2013, 24(9): 2196 - 2213. (in Chinese)
- Vu A, Ramanandan A, Chen A N, et al. Real-time computer vision/DGPS-Aided inertial navigation system for lane-level vehicle navigation [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2012, 13(2): 899 - 913.
- 吴立新, 汪云甲, 丁恩杰, 等. 三论数字矿山-借力物联网保障矿山安全与智能采矿[J]. 煤炭学报, 2012, 37(3): 357 - 365.
Wu Lixin, Wang Yunjia, Ding Enjie, et al. Thirdly study on digital mine: serve for mine safety and intellimine with support from IoT [J]. Journal of China Coal Society, 2012, 37(3): 357 - 365. (in Chinese)
- Ruotsalainen L, Kuusniemi H, Bhuiyan M Z H, et al. A two-dimensional pedestrian navigation solution aided with a visual gyroscope and a visual odometer [J]. GPS Solutions, 2013, 17(4): 575 - 586.
- 王辉, 毛文华, 刘刚, 等. 基于视觉组合的苹果作业机器人识别与定位[J]. 农业机械学报, 2012, 43(12): 165 - 170.
Wang Hui, Mao Wenhua, Liu Gang, et al. Identification and location system of multi-operation apple robot based on vision combination [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012, 43(12): 165 - 170. (in Chinese)
- 黄凤山, 钱惠芬. 激光跟踪测距三维坐标视觉测量系统建模[J]. 光电子激光, 2007, 18(11): 1333 - 1335.
Huang Fengshan, Qian Huifen. Model for a laser distance tracking 3D coordinates vision measuring system [J]. Journal of Optoelectronics Laser, 2007, 18(11): 1333 - 1335. (in Chinese)
- 吴皓, 田国会, 段朋, 等. 基于 RFID 技术的大范围未知环境信息表征[J]. 中南大学学报: 自然科学版, 2013, 44(增刊): 166 - 170.
Wu Hao, Tian Guohui, Duan Peng, et al. Navigation information description of large unknown environment based on RFID technology [J]. Journal of Central South University: Science and Technology, 2013, 44(Supp.): 166 - 170. (in Chinese)

- 11 Jimenez P A, Shirinzadeh B. Laser interferometry measurements based calibration and error propagation identification for pose estimation in mobile robots [J]. *Robotica*, 2014, 32(1): 165 – 174.
- 12 Tache F, Pomerleau F, Caprari G, et al. Three-dimensional localization for the magnebike inspection robot [J]. *Journal of Field Robotics*, 2011, 28(2): 180 – 203.
- 13 刘洞波, 刘国荣, 王迎旭, 等. 基于区间分析无迹粒子滤波的移动机器人SLAM方法[J]. *农业机械学报*, 2012, 43(10): 155 – 160.
Liu Dongbo, Liu Guorong, Wang Yingxu, et al. SLAM method for mobile robot based on interval analysis unscented particle filter[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2012, 43(10): 155 – 160. (in Chinese)
- 14 Jimenez R A R, Seco G F, Prieto H J C, et al. Accurate pedestrian indoor navigation by tightly coupling foot-mounted IMU and RFID measurements [J]. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 2012, 61(1): 178 – 189.
- 15 张琪, 蒙禾青, 周嵘, 等. 一种改进的移动机器人自定位算法[J]. *武汉理工大学学报: 信息与管理工程版*, 2014, 36(1): 9 – 13.
Zhang Qi, Meng Heqing, Zhou Rong, et al. A modified self-localization algorithm on mobile robot localization [J]. *Journal of WUT: Information and Management Engineering*, 2014, 36(1): 9 – 13. (in Chinese)
- 16 Ramadass G A, Vedachalam N, Balanagajyothi V. A modeling tool for sensor selection for inertial navigation systems used in underwater vehicles[C]// *Processings of Ocean Electronics*, 2013: 175 – 188.
- 17 Sotak M. Testing the coarse alignment algorithm using rotation platform [J]. *Acta Polytechnica Hungarica*, 2010, 7(5): 87 – 107.
- 18 吕振, 刘丹, 李春光. 基于捷联惯性导航的井下人员精确定位系统[J]. *煤炭学报*, 2009, 34(8): 1149 – 1152.
Lü Zhen, Liu Dan, Li Chunguang. The precise positioning system of the mine personnel in coal pit based on strapdown inertial navigation [J]. *Journal of China Coal Society*, 2009, 34(8): 1149 – 1152. (in Chinese)
- 19 Jafari M, Najafabadi T A, Moshiri B, et al. PEM stochastic modeling for MEMS inertial sensors in conventional and redundant IMUs [J]. *IEEE Sensors Journal*, 2014, 14(6): 2019 – 2027.

Synchronized Position and Pose Tracking Technology for Mobile Target

Luo Chengming Li Wei Yang Hai Ying Baohua

(School of Mechatronic Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

Abstract: Taking mobile targets, such as agricultural vehicles and mining equipments, as the research object, the position and pose tracking technology is proposed under three-axis accelerometer and three-axis gyroscope aimed at realizing autonomic movement in unknown environment. Firstly, dynamic characteristics and kinematic model are built. Secondly, using three-axis accelerometer, the position and pose of mobile target are resolved based on the multi-parameters. Then, a prototype system for verifying the proposed position and pose method is developed. The estimation results indicate that the mean errors of roll, pitch and yaw are 0.33° , 0.26° and 0.38° respectively under static state, while the dynamic errors of pose detection are 1.01° , 0.64° and 0.83° respectively. The mean errors of position estimation are 0.76, 0.52 and 0.56 m respectively under static state. Meanwhile, the accumulation error caused by three-axis accelerometer can be eliminated under the aid of zero-velocity update, which can effectively track the trajectory.

Key words: Mobile target Position and pose Self-tracking technology Accuracy analysis