

测绘导航高精度定位关键技术及应用研究

邹滨

千寻位置网络有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v4i6.1277

[摘要] 人工智能、卫星导航和地基增强精准定位技术的快速发展,不断推动测绘科学技术向智能化方向演进。指出设备虚拟化、数据处理多样化将成为测绘导航的基本形式,从而拓展测绘的内涵和外延映射,智能滤波是未来导航定位理论的一个重要方向。人工智能芯片将成为导航测绘设备提高滤波效率和实用性的关键部分,文中提出了嵌入式导航模块的开发过程和同步获取原始信息的关键技术,提出了嵌入式固件的延迟补偿、自适应定位算法、延迟片优化和无缝网络定位模块。

[关键词] 测绘导航; 高精度定位; 无缝组网定位; 车载导航; 变形监测

中图分类号: P2 文献标识码: A

Research on Key Technology and Application of High-precision Positioning of Mapping and Navigation

Bang Zou

Qianxun SI

[Abstract] The rapid development of artificial intelligence, satellite navigation and ground-based enhanced accurate positioning technology constantly promotes the evolution of surveying and mapping science and technology to the direction of intelligent technology. It is pointed out that equipment virtualization and data processing diversification will become the basic form of surveying and mapping navigation, so as to expand the connotation and extension mapping of surveying and mapping. Intelligent filtering is an important direction of future navigation and positioning theory. Artificial intelligence chip will become a key part of navigation mapping equipment to improve filtering efficiency and practicability. In this paper, the development process of embedded navigation module and the key technology of synchronous acquisition of original information are proposed. The delay compensation, adaptive positioning algorithm, delay slice optimization and seamless network positioning module of embedded firmware are proposed.

[Key words] surveying and mapping navigation; high-precision positioning; seamless network positioning; on-board navigation; deformation monitoring

在国家战略和市场化双重推进下,测绘科学技术的基本理论、关键技术和装备进行了改革,测绘的内涵和外延发生了巨大变化。智能化、测绘与导航技术的融合,已成为测绘发展的方向。高精度定位理论、算法和智能硬件成为地图绘制和导航方向的基础支撑。应用场景可分为传统变形监测、施工放样、自然资源调查、无人导航等低强度动态场景。测绘导航的基本形式为高精度定位、智能滤波定位模型、测绘导航定位模块、无缝网络定位应用等关键技术。

1 测绘导航基本形态

1.1 测绘导航装备虚拟化。随着北斗导航卫星系统(BDS)/全球导航卫星系统(GNSS)多模接收机的发展,随着AI定位芯片和车载导航模块技术和设备的迅速发展,各种导航定位传感器也随之出现,惯性导航、视觉导航和激光雷达(LIDAR)的出现,使导航技术得到了迅速发展。随着大数据、物联网、边缘计算和云计算技术的广泛应用,地图导航设备正逐步向云虚拟化方向发展。在工程实践中,前端测量导航设备采集的数据可以实时

在线预处理。或者可以通过物联网传输到云平台进行远程在线计算。为用户提供高精度、实时定位服务信息导航设备的开发具有智能化高、精度高、自动化程度高、抗干扰性强的特点。最后,形成了测绘导航设备云虚拟化开发的新模式。

1.2 地图绘制和导航数据处理的多样化。传统的测绘数据处理主要是野外测量的内业处理方法,通常包括事后计算、手工处理、机器计算与图形计算。利用深度学习、人工智能、分布式计算等先进计算技术,使得传统的数据处理模

式正逐步向云实时处理、智能机处理、边缘计算和分布式计算转变,提高了效率和、可用性和实用性。

2 智能滤波定位模型

2.1 Kalman滤波模型。卡尔曼滤波理论(KF)是最广泛、最发达的映射模型,导航基于最小二乘误差原理,估计了线性系统的最优状态参数。KF主要通过状态预测和状态更新来确定系统的状态参数。状态参数主要用于预测状态,利用前一解的历史方差和系统动力学模型预测当前的历史系统状态参数,然后利用滤波增益方程和状态更新方程对预测系统的状态参数进行优化和更新,从而提高系统状态参数的估计精度。将其作为当前状态参数历史的先验信息,定位精度优于传统的只考虑单个历史位置信息的最小二乘法。

如果参数的观测值和预测值服从正态分布,KF可以提供可靠的参数解。当观测值被异常污染或预测状态参数不确定时,传统算法采用sage-Husa自适应滤波器和有限记忆滤波,通过减少观测值或预测参数来提高系统的抗误码能力。受观测异常和动态模型扰动的影响,在复杂环境下,由于观测模型或动态模型的非线性较大,采用Taylor级数EKF会产生较大的非线性误差。利用UKF或CKF可以有效地提高系统状态参数估计的精度。本文针对UKF动态模型的扰动,构造了一种新的极值函数。提出了一种基于自适应因子的自适应无跟踪Kalman滤波器(aukf),构造了一种基于R因子的自适应无跟踪Kalman算法。卡尔曼滤波用于处理动态模型干扰和观测异常。在UWB室内定位中,由于传统的非线性滤波无法抑制观测到的初始误差,采用非线性Kalman滤波可以有效地提高室内定位精度。

2.2智能滤波定位模型。KF模型一般采用时不变的模型参数,在实际状态中,与神经网络等智能模型结合,可建立更加符合实际的动态模型,并形成智能融合模型。惯性传感器的领偏误差存在随时间漂移的问题,导致误差模型无法准确地对传感器误差进行估计。因此,需要对误差模型的参数进行实时调整,以便对传感器

的误差进行准确估计。针对GNSS与惯性测量单元(Inertial Measurement Unit, IMU)组合导航系统中,针对卫星系统受到遮蔽,IMU独立工作精度降低较快的问题,可以通过神经网络在GNSS信号完好时对导航系统的误差进行学习;在卫星信号受到遮蔽的情况下,对导航系统误差进行估计和补偿,以提高导航定位精度。神经网络和KF融合构成惯性导航系统(Inertial Navigation System, INS)/全球定位系统(Global Positioning System, GPS)集成智能定位模型。GNSS可用时,采用深度学习对INS定位的非线性误差进行建模;GNSS信号失锁后,神经网络可以预测INS定位的非线性误差,从而提高定位精度。然而,GNSS与INS的组合仍然存在传感器自身的局限性。在面对无人驾驶的挑战中,复杂环境下长时间连续可靠的导航定位对定位精度和可靠性提出了更高的要求。在目前主流的GNSS与INS组合导航的基础上,需要对周边的场景进行感知,并提供冗余的导航信息。因此,需要使用不同的传感器获取不同的导航信息,例如影像传感器和雷达传感器等。

3 测绘导航定位模块关键技术

3.1模块开发技术。测绘导航定位模块是测绘导航产品二次开发的关键组件之一。它具有相对独立的功能,可以集成到无人智能终端等各种设备中。随着导航定位业务的发展,测绘导航模块将广泛应用于各个领域。定位模块开发技术是应用高精度定位决策的重要支撑。嵌入式导航模块的主要研发过程可分为印刷电路板(PCB)设计、面板制造、模块测试和模块量产四个阶段。

3.2优化内置效率。测绘导航定位模块的嵌入式固件属于资源有限的系统,提高计算效率是一个关键问题。对于嵌入式效率的优化,通常有替代算法,如选择快速排序方法重写关键组件的组装方法以提高计算速度空间和时间交换方法,如在设计数据结构时,减少协议数据结构的周期延迟,扩展数据结构的层次关系,利用内存空间交换时间避免递归,减少了频繁的小内存池分配和释放对象。在

地图导航模块的开发中,在上述嵌入式效率优化方法的基础上,提出了提高系统整体性能的方法:首先对原始信息进行同步捕获和时延补偿,通过建立时间补偿参数的状态方程,建立多源传感器的时间同步误差估计与补偿模型,提高了gnss/ins传感器精确时钟匹配的鲁棒性,自适应定位算法的编码鲁棒性较好,根据编程标准,编写了鲁棒性代码,实现了多级高精度(毫米级、厘米级、分米级);降低了嵌入式平台的资源消耗,实现了有效的固件解决方案。

3.3高精度定位模组。在此基础上,开发了覆盖分米级定位精度的无缝定位模块、嵌入式导航模块和形变监测模块。开发了相应的定位终端,并在不同场景下广泛应用。

4 结论

综上所述,高精度定位催生了测绘导航的研究领域,拓宽了测绘学科的内涵和外延。本文重点研究了高精度定位的关键技术及其应用,得出了高精度定位的关键技术。测绘导航设备具有智能化程度高、精度高、自动化程度高、抗干扰能力强、数据处理速度快、智能化程度高、处理虚拟化、多样化等特点。测绘导航设备的数据将成为测绘导航的基本构成,智能定位模型在复杂场景下的多传感器融合定位中具有很大的优势,它将广泛应用于无人定位和智能测绘仪器终端的开发中。

【参考文献】

- [1]董亚波,车凯,张涛,等.基于北斗的高精度定位车载导航系统的设计[J].科技视界,2017,(12):63-64.
- [2]李晓阳.自主研制室内外高精度定位导航技术推动产业化发展[J].科技成果管理与研究,2017,(1):84-86.
- [3]王子亮,房建成,全伟.基于遗传算法的多模型Kalman滤波算法及应用研究[J].北京航空航天大学学报,2004,30(8):748-752.

作者简介:

邹滨(1989--),男,汉族,广西梧州人,硕士研究生,工程师,从事工作:高精度定位与时空智能相关技术研究。