

基于GNSS地基增强服务的完好性监测系统

冯帆

中移(上海)信息通信科技有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v4i1.959

[摘要] 随着中国北斗3号卫星导航系统部署完成,GNSS地基增强服务已经成为国家时空信息基础建设的一个重要组成部分,在航空、导航、测绘、交通、精准农业、山体滑坡、危楼监测等传统行业发挥越来越重要的作用。近年来,随着自动驾驶、人工智能、5G、边缘计算等新兴应用对位置能力的迫切需要,对GNSS地基增强服务的规模化应用提出了不同于以前传统行业(比如测绘市场)新的需求。在汽车行业的功能安全领域,比如ISO26262ASIL等级要求,需要GNSS地基增强服务满足高可用性、高可靠性和服务性能的可预测性。为了满足这些新的应用需求,在给用户提供GNSS地基增强服务的同时,也必须在一定程度上实时提供整个服务的完好性监控指标。通过对整个服务端到端的实时监控,才能保证整个服务的可靠运行。

[关键词] 完好性; 地基增强服务; 监控系统

中图分类号: S771 **文献标识码:** A

引言

基于GNSS地基增强服务的完好性监测系统目前还没有统一的标准定义,主要借鉴航空领域的GNSS完好性服务一些定义和实践。其主要目的就是通过监控分析地面基准站的数据和算法运行状态,从而提供给用户实时以及有效性性能预警。由于航空领域里面用的定位技术是单点定位技术,而GNSS地基增强服务的技术复杂度比单点定位技术高很多,所以基于GNSS地基增强服务的完好性监测定义和监控指标也有所不同。本文分析的基于GNSS地基增强服务的完好性监测定义更为广泛,包括所有影响服务质量的监控,包括对原始数据、生成的差分改正数据等数据质量的监控,以及中间算法运行状态的监控。

1 建立基于GNSS地基增强服务的完好性监测系统研究框架

基于GNSS地基增强服务的完好性监测系统框架根据GNSS定位原理以及网络协议流程规范,在服务端到端的流程上,对观测数据、通信链路等进行监测系统建模。同时结合GNSS地基增强服务建设的功能和性能需求进行统计分析,比如实时质量分析与控制、基于大气误差建

模可靠性监测、增强定位信息可用性、完好性指标实时发布和预警机制,梳理出以下三大类型的完好性监测体系,分别为基准站监控系统、服务性能监控系统、用户性能监控系统。

2 基准站监控系统

基准站监控系统目标是建立与维护超大规模的GNSS基准站网动态组网并行自动化精密处理与综合分析。为大规模数据的预处理、组织管理、基准站选取、数据处理、质量检核与评估、基准长期稳定性评价分析等方面提供有力支撑。实现在业务网生产运行过程中的“集中监控、集中维护、集中管理”,并且在此基础上进行动态地资源调配。

2.1 基准站理论卫星计算

根据已知的基准站坐标和全球的IGS广播星历和精密星历,计算出该基准站的位置天空在当前时刻理论可用卫星数目。根据当前基准站接收到的卫星数目,计算最近时间段的卫星可用率。通过该指标的建立,可有效监控基准站接收机是否正常和检验基准站接收机在周围环境是否受到干扰。

2.2 数据链路监控

由于GNSS地基增强服务是一套实时

系统,GNSS卫星观测数据从接收机发送出来到播发给用户的时间延迟一般不超过2秒,时间延迟超过5秒的实时数据基本上被认为不可用,会给GNSS地基增强服务带来很大的精度损失。监控所有基准站的数据延迟,并按照数据时间延迟来判断那些基准站的网络链路需要优化,并计算按照预先定义好的时间延迟阈值来计算数据链路的可靠性。实时数据在网络上传输过程中,可能会发生数据缺失,或者数据包紊乱(即后发的数据包,先接收到的现象)。

2.3 基准站环境监测

可以根据卫星伪距、多路径来评估站点的周围环境的优劣,也可以建立基准站属地的维护队伍,定期安排人员现场巡检、拍摄基准站四至图片,安排若干专职人员进行综合数据分析、可行性方案制定、执行具体的基准站优化措施,动态更新和维持基准站的周围环境,尽可能地避免或降低周围环境对基准站的干扰。

2.4 基准站坐标估算

及时检查各基准站站点数据是否齐全,统计缺失站点并生成缺失数据,及时反馈缺失信息内容以便站点及时维护,

对各基准站点观测数据进行数据分类,对基准站点观测数据进行质量检查。通过长期连续观测基准站单日坐标解,建立基准站长期时序分析、稳定性评估、监测与预报机制,对基准站进行质量与可靠性分类,建立参考框架模型,维持高精度地全国及省市区域坐标框架,并实现图形可视化。对于有一定数量积累的数据,可建立高精度基准GNSS坐标时间序列拟合与预报模型,对基准站进行长期稳定性评估与监测,并根据预报值与当日解进行基准点可靠性评估并实时展示,根据评估标准将基准站进行等级分类,便于专职人员及时发现基准站点是否发生异常事件并采取相应措施。此外,基于高精度速度场结果,可提供不同框架基准服务,进一步方便坐标成果之间的快速精密转换与评估。

3 服务性能监控系统

服务性能监控系统目标是统计、分析、输出差分改正数据的质量检核信息。提供GNSS地基增强服务完好性监测的直接分析。

3.1 服务数据的卫星数据可用率评估

根据当前测点的位置,按照GNSS卫星星历,评估出来预期的可用卫星数(不包括在基准站质量监控检测出来有问题的卫星),然后根据收到的服务数据的卫星数目,评估当前GNSS地基增强服务提供的卫星数据的可用率。比如目前所在位置的经纬度为31.2N, 121.5E,理论上在10度高度角可视的卫星数目是30颗,但GNSS地基增强服务提供的卫星数是24颗,则卫星数

据的可用率就是24/30=80%。

3.2 服务数据的电离层扰动指数I95

电离层除了规律的周期变化以外,还有各种原因导致的扰动变化。这些扰动变化改变了电离层的正常形态,给电波传播带来显著的影响,产生吸收、折射、色散等各种效应,使得电波的频率、相位等参数发生改变。为保证短波通信、卫星通信等系统的正常运行,对电离层进行专门的扰动效应观测成为必需。由对电离层电波传播效应的直接监测,直观快速地给出扰动的影响程度。电离层扰动指数I95是评估GNSS地基增强服务系统中关于目前电离层活跃程度的一个相当重要的指标,也是GNSS地基增强服务完好性监测重要指标。

3.3 服务数据的伪距和载波数据的质量分析

伪距和载波数据是GNSS地基增强服务的两个基本观测数据,在实际应用过程中,从数据观测噪声、几何精度因子、电离层延迟、对流层延迟、多路径效应、伪距平滑残差等多个方面对服务数据进行质量分析,来满足对GNSS地基增强服务数据质量分析的要求。

4 用户性能监控系统

用户性能监控系统目标是将服务端计算出来完好性信息发送给终端用户,终端用户根据完好性信息选择剔除有问题的卫星和有问题的观测值,配合终端用户的客户端算法,达到用户性能监控的目的。另外,终端用户接入GNSS地基增强服务时,会反馈上一个历元的高精度定位结果,从而给监控用户性能提供了

另一种可能性。通过大数据分析,实时监控用户发送上一个历元定位结果的反馈情况,包含卫星数、固定解/浮点解情况、轨迹路径、固定解收敛速度、固定解丢失情况等统计信息,分析出整个服务的用户实时性能指标、精度和收敛速度的分布图。

5 结语

建立一套完整的GNSS地基增强服务的完好性监测系统,监控分析基准站性能、服务性能、用户性能的评价水平和数据质量,给用户实时、有效的性能预警。让服务运营商更好地了解服务系统的精度、可用性、可靠性和完备性。对于服务系统性能有影响的因素给出定量和定性的指标,对有问题的区域给出警告,满足GNSS地基增强服务的规模化应用要求。

[参考文献]

[1]李鹏,地基增强系统示范验证方案研究[J].民航学报,2018,2(5):72-75+67.

[2]路阳,曹有权,何伟.北斗地基增强系统完好性算法验证性研究[J].现代导航,2018,9(4):256-261+272.

[3]胡杰,严勇杰,石潇竹.基于北斗的地基增强系统多基准一致性检验算法[J].空军工程大学学报(自然科学版),2020,21(1):32-37.

作者简介:

冯帆(1992-)男,汉族,河北邯郸人,本科,主要研究地基增强系统,毫米级监测系统,星基增强系统,组合导航系统工作。