

# 第十三届中国卫星导航年会 候选青年优秀论文公示表

姓名	沈子涵	出生年月	1998.7.8	论文编号	CSNC-2022-0550
论文题目	Dual-threshold fault detection method of tightly coupled GNSS/INS integration assisted by LSTM				

## 论文概要

### 一、研究目的和方法

实际导航应用中，小幅值故障和缓变故障由于故障幅度变化小，在故障发生初期检测难度较大，故障检测的延时会使得故障数据持续影响滤波结果，降低滤波精度，对系统产生极大危害。为解决该问题，本文提出一种双阈值故障检测法。

该方法在保留了残差  $\chi^2$  检测法对大幅值阶跃故障的优秀检测性能的同时，利用 LSTM 预测模型建立检测下门限，提升系统对小幅值故障的敏感性，并通过隔离可疑观测来强化小幅值故障对检测函数的影响，从而缩短检测延时，提升紧组合故障检测性能。

### 二、主要结果与结论

利用实测数据对 5 种不同类型的故障模式进行性能分析实验。结果表明，与传统方法相比，所提方法在保持零误警率的同时，有效降低了小幅值故障和缓变故障带来的漏警率，防止了因检测延迟而出现的定位精度下降问题，提高了 GNSS/INS 紧组合系统的完好性与可靠性。

### 三、主要创新点

采用双阈值进行故障检测以兼顾漏警率和误警率。下门限提升系统对小幅值故障和缓变故障的敏感性，降低漏警率，而上门限的存在可以准确定位故障结束时间、防止误警现象的出现。

利用 LSTM 网络并结合故障检测函数构建的下门限具有更好的泛化能力，有效弥补传统方法因为故障的不确定性和模糊性带来的检测失效问题，从而强化系统对小幅值及缓变故障的敏感性。

针对紧组合系统利用分量检测法定位故障具体维度，在隔离故障量测后其余有效量测值继续参加组合滤波，提高故障期间的滤波误差，保持检测函数值的稳定。

### 四、科学意义和应用前景

本文尝试将神经网络与传统方法相结合，利用神经网络适应性强、不受模型约束、非线性等特点弥补传统方法在小幅值故障检测上的劣势，并在实验中表现出了很好的检测效果。故障检测效果提升的同时会带来定位精度的提高，因此本文所提方法能够有效提升无人机等组合导航设备的完好性和可靠性。

### 五、解决的实际问题

本文解决了组合导航传统检测方法对小幅值故障和缓变故障检测能力不足的问题，有效降低了漏警率，提高了故障期间系统定位精度。

填表说明：请论文作者如实填写表格，字体采用“楷体 小四”，总字数控制在 600 至 800 字。