

doi: 10.7690/bgzd.2024.08.002

基于信息采集的航空测试实验室数据安全监测方法

魏琛

(中国民航大学飞行分校, 天津 300300)

摘要: 为更好地对航空测试实验室中的数据进行安全监测, 设计一种新的实时监测方法。采用椭圆曲线法设定数据点传输位置, 以数据监测完整性为基础构建预言模型, 初步判断航空实验室测试信息的安全性。以模块化理论划分数据标准, 按照多个测试数据的评估类别, 在独立操作模块中设定安全监测功能需求。假定数据中存在风险发生比参数, 选择似然估量函数计算概率, 确定安全与风险信息分布区间。基于信息采集技术设定目标, 在规定时间内按照设定阈值实时监测信息, 完成航空测试实验室安全监测方法设计。应用结果表明: 该方法能实现 99% 以上的数据监测, 当存在攻击时也能够完整保留测试数据量, 对航空测试实验室信息的安全管理具有重要价值。

关键词: 信息采集; 航空测试实验室; 实验室信息化及安全; 计算机信息管理; 监测方法

中图分类号: TP311.5 **文献标志码:** A

Data Safety Monitoring Method of Aviation Test Laboratory Based on Information Collection

Wei Chen

(Flight Branch of Civil Aviation University of China, Tianjin 300300, China)

Abstract: In order to better monitor the safety of the data in the aviation test laboratory, a new real-time monitoring method is designed. The elliptic curve method was used to set the transmission position of data points, and the prediction model was constructed based on the integrity of data monitoring to preliminarily judge the safety of aviation laboratory test information. Divide the data standard according to the modular theory, and set the functional requirements of safety monitoring in the independent operation module according to the evaluation categories of multiple test data. Assuming that there is a risk occurrence ratio parameter in the data, the likelihood estimation function is selected to calculate the probability and determine the distribution interval of safety and risk information. Based on the information collection technology, the target is set, and the information is monitored in real time according to the set threshold within the specified time, so as to complete the design of the safety monitoring method for the aviation test laboratory. The application results show that the method can achieve more than 99% of the data monitoring, and can completely retain the amount of test data when there are attacks, which is of great value to the security management of aviation test laboratory information.

Keywords: information collection; aviation test laboratory; laboratory informatization and safety; computer information management; monitoring method

0 引言

随着计算技术进步, 航空测试实验室需对大量复杂数据进行安全监测。如杨小冈等^[1]提出改进 YOLOv5 检测方法, 在有限资源下对航空目标信息检测, 对不同航空目标进行特征提取, 在网络内实现数据拟合, 但无法保证实时监测。张莹等^[2]提出时空映射数据监测方法, 对数据进行检验, 通过时空映射建立原模型, 按照离散方式对数据分类, 在知识关联理论下对数据进行检测, 为后期数据应用提供依据, 但无法保证数据安全性。为对航空测试数据进行安全监测, 以信息采集技术为研究基础设计实时监测方法, 为数据安全传输提供技术支持。

1 航空测试信息安全性预言模型的构建

为确保飞行安全, 飞机驱动软件需测试与管理, 诞生航空测试实验室。以椭圆曲线算法构建实验室信息预言模型, 在有限域对测试信息定义, 如下:

$$q^2 = w^3 + ew + r; \quad (1)$$

$$4e^3 + 27r^2 \neq 0. \quad (2)$$

式中: (w, q) 为数据在曲线上的坐标; e 和 r 为数据点的运行参数。设定椭圆曲线为 t , 曲线的有限域为 y_u , 有限域的信息集合为 $t(y_u)$, 各自取值范围为:

$$\left. \begin{array}{l} w, q \in t(y_u) \\ e, r \in y_u \end{array} \right\}. \quad (3)$$

式中 u 为运行条件, 设定 $u > 0$ 。对椭圆曲线数据进

收稿日期: 2024-04-23; 修回日期: 2024-05-21

第一作者: 魏琛(1980—), 女, 天津人, 硕士。

行加法运算，随机选择曲线相邻数据点，设定为 $i=(w_1, q_1)$ 、 $p=(w_2, q_2)$ ，且 $w_1=w_2$ 、 $q_1=-q_2$ ，定义如下：

$$\left. \begin{aligned} i+p &= (w_3, q_3) \\ w_3 &= \alpha^2 - w_1 - w_2 \\ q_3 &= \alpha(w_1 - w_3) - q_1 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

式中 (w_3, q_3) 为相加后数据点坐标。为保证数据相加后不会出现在无穷点中，定义 $i+p \neq \beta$ ，其中 β 为无穷远点^[3-4]。 α 为限制参数，对其范围设定：

$$\alpha = \begin{cases} (q_2 - q_1)(w_2 - w_1)^{-1}, i \neq p \\ (3w_1^2 + e)(2q_1)^{-1}, i = p \end{cases} \quad (5)$$

通过式(5)取值区间设定，看出 $i=(w_1, q_1)$ 、 $p=(w_2, q_2)$ 2 点可能存在重合现象，表明数据存在相似性。

2 测试实验室信息安全监测需求的设定

根据文中设计的预言模型，用编程语言模块化理论建立独立模块，可单独调用以满足监测需求。航空软件测试生成信息报告，需监测其信息安全性。

当信息报告重复时，自动关联并检查内部信息。分类后对数据加密并上传固定文件。设定实验室航空测试信息的监测需求，如表 1。

表 1 航空测试实验室信息安全监测需求

类型	具体内容
安全管理	划分报告类型
	查询报告内容
	导出数据
威胁评估	判断威胁等级
	判断可接受程度
	综合评分
	给定预警指标
信息调查	信息源查询
	对应测试软件
风险检测	查询风险源
	判断风险类型
风险通报	给出风险评分
	创建风险报告

如上表，模块化设计对不同信息监测需求，以“数据”为关键字进行检测，针对不同数据进行管理。采用似然估量法对测评信息分类。

3 安全与风险信息分布概率的划分

多种自动化工具产生大量数据，需有效监控安全性^[5-6]。利用预言模型和独立模块确保数据安全流转。选择似然法估量数据类型，按风险和安分类，估量函数为：

$$a_s(d_s) = f^{gh_j(d_s - k_j)} / (1 + f^{gh_j(d_s - k_j)}) \quad (6)$$

式中： $a_s(\bullet)$ 为估量函数； d_s 为自变量； h_j 、 k_j 为常数；

g 为固定参量； f 为被监测数据。增加风险发生比，为 χ ，对航空测试的信息危险度计算，如下：

$$a_s / (1 - a_s) = \chi \times f^{gh_j(d_s - k_j)} \quad (7)$$

由上式看出风险发生比增加时，数据危险度增至 $g \times h_j$ 倍。利用最小二乘法分类估量函数，设定安全信息分布概率为 a_s^n ，风险信息分布概率为 $1 - a_s^n$ ，则：

$$l(f) = a_s^z \cdot (a_s^n)^{1-z} \quad (8)$$

$$x(f) = a_s^z \cdot (1 - a_s^n)^{1-z} \quad (9)$$

式中： $l(f)$ 为安全信息的概率函数； $x(f)$ 为风险信息的分布概率函数； z 为线性参数。以二分类对数据划分，假定 f 服从 $a_s(d_s) = f^{gh_j(d_s - k_j)} / (1 + f^{gh_j(d_s - k_j)})$ 分布，且 $a_s(d_s) \in [0, 1]$ 。数据似然函数为：

$$c_{l(f)} = \prod_{s=1}^v [a_s^n / (1 - a_s)]^z \times [1 - a_s^n / (1 - a_s)]^{1-z} \quad (10)$$

$$c_{x(f)} = \prod_{s=1}^v [a_s / (1 - a_s^n)]^z \times (1 - [1 - a_s / (1 - a_s^n)]^{1-z}) \quad (11)$$

式中： $c_{l(f)}$ 为安全信息似然函数； $c_{x(f)}$ 为风险信息似然函数； v 为数据量。将 2 个类型数据进行一致性管理，按照对数形式设计估量函数，表示为：

$$\ln c = \sum_{s=1}^v \left\{ a_s^n \times \ln \left[f^{gh_j(d_s - k_j)} / (1 + f^{gh_j(d_s - k_j)}) \right] + (1 - a_s^n) \left[1 - f^{gh_j(d_s - k_j)} / (1 + f^{gh_j(d_s - k_j)}) \right] \right\} \quad (12)$$

式中 $\ln c$ 为分类判断的对数似然函数。

4 测试实验室信息安全的实时监测

基于航空测试需求，采用信息采集技术监测信息并鉴别数据类型。为信息建立采集标签，按风险概率定义目标，风险因素归为目标标签，其余为其他标签。该技术用于实验室实时监测，标记风险数据并分类。多场景下采用映射关系排列数据如图 1。

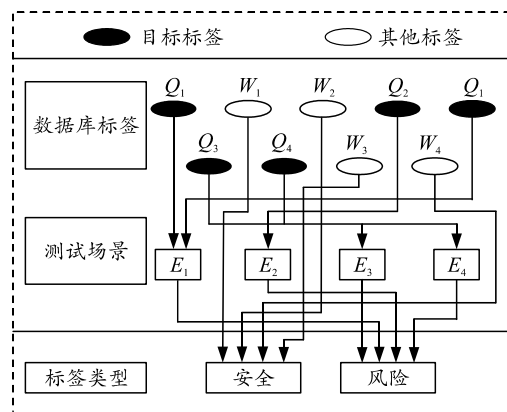


图 1 以映射关系对应目标信息采集过程

5 实验测试分析

为验证所提实时监测方法的有效性，与基于改进 YOLOv5 和时空映射的监测方法进行对比测试。结果表明，本方法适用于航空测试实验室的信息监测。

5.1 数据准备

以某省航空测试实验室 2022 年监测的航空软件数据为例，统计不同类型软件检测数据，如表 2。

表 2 不同类型航空软件测试数据(组)

月份	通报软件/byte	负载软件/kB	应用磁盘/kB
1	1 000	800	10 000
2	1 500	1 000	15 000
3	2 000	1 500	15 000
4	1 500	1 000	10 000
5	6 000	3 000	40 000
6	5 000	2 500	30 000
7	5 000	2 500	30 000
8	5 500	3 000	40 000
9	6 000	4 000	45 000
10	10 000	5 000	60 000
11	2 000	1 000	10 000
12	1 000	800	10 000
总计	46 500	26 100	315 000

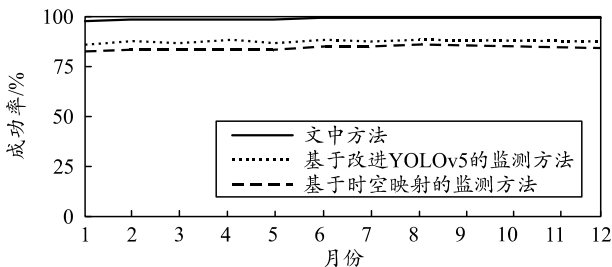
由上表看出，应用磁盘测试数据量最大，负载软件测试数据量较小。将数据上传测试平台，连接 3 组测试方法对数据进行监测，验证不同方法效果。

5.2 不同方法应用下数据监测成功率

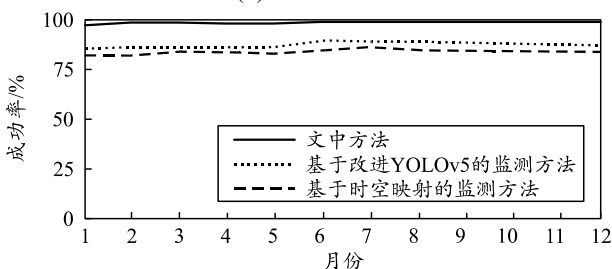
若存在未上传的数据，会影响后期监测效果，导致信息判断不全面。成功率计算方法为：

$$M = N / (N + B) \times 100\% \quad (13)$$

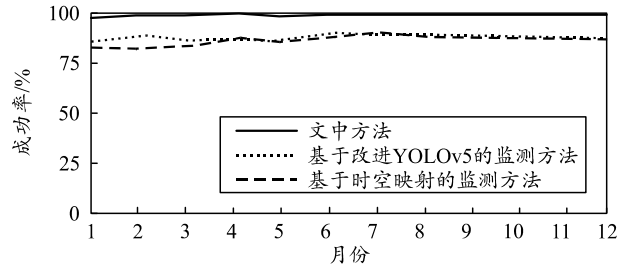
式中： N 为成功响应数据量； B 为未响应量； M 为成功率。对每组测试数据进行监测，结果如图 2 所示。



(a) 通报软件



(b) 负载软件



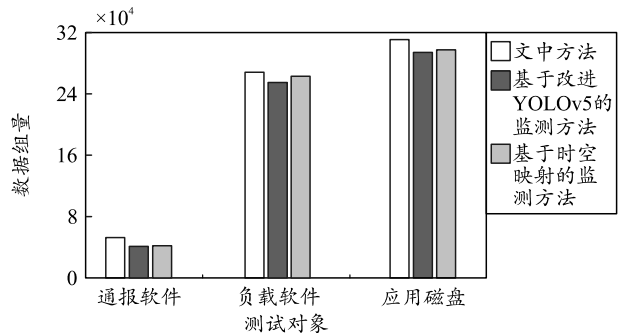
(c) 应用磁盘

图 2 测试数据监测成功率

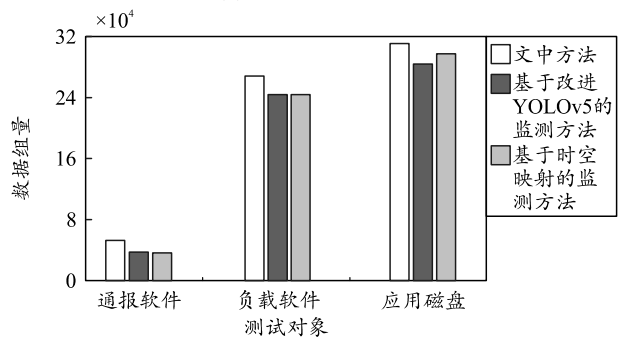
由上图可看出，采用文中方法对 3 组软件的测试数据保持在 99.56% 的成功响应率，而 2 组传统方法基本在 85.65% 和 88.72% 左右，说明所提方法有效。

5.3 多种攻击模式下测试数据保有量

为分析文中方法应用价值，设定攻击方法为 DOS 和 DMN，对总数据量进行监测，如图 3 所示。



(a) DOS 攻击类型



(b) DMN 攻击类型

图 3 测试数据保有量

由上图可知，本文中方法基本实现全部数据的保留不受影响，而 2 组传统方法保有量较实际数量存在差距，说明本文中方法更具应用价值。

6 结束语

通过信息采集技术设计新的监测方法，对航空测试实验室的数据进行实时监测，并在实验论证下证明其有效性，较传统方法提高了监测成功率。未

来, 将扩大数据样本, 为航空实验室的数据安全提供更全面的理论支持。

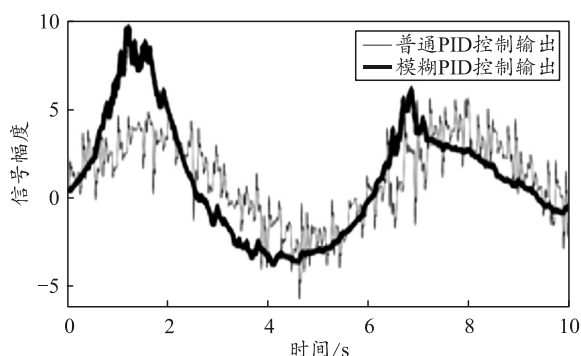
参考文献:

- [1] 杨小冈, 高凡, 卢瑞涛, 等. 基于改进 YOLOv5 的轻量化航空目标检测方法[J]. 信息与控制, 2022, 51(3): 361-368.
- [2] 张莹, 张阳, 夏卫红, 等. 基于时空映射的加工过程数据监测与可视化分析[J]. 中国机械工程, 2021, 32(20):

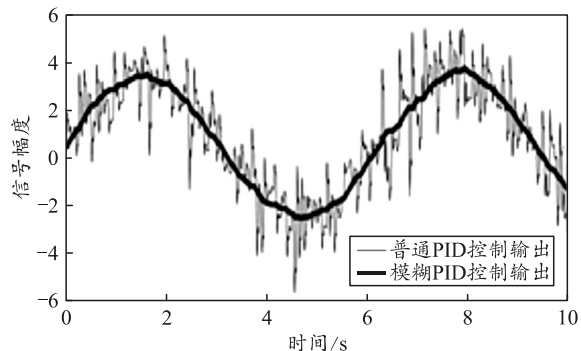
2449-2457.

- [3] 文凤平. 基于光纤传感器实时采集信息的旅游安全检测方法[J]. 激光杂志, 2022, 43(4): 168-172.
- [4] 闫杰琼, 周来水, 胡少乾, 等. 航空发动机外形点云的特征分割方法[J]. 光学学报, 2022, 42(7): 228-243.
- [5] 孔光明, 朱龙翔, 刘治国, 等. 燃油控制阀测试系统设计与实现[J]. 兵工自动化, 2023, 42(3): 44-47.
- [6] 段亚博, 韩旭, 关莹, 等. 一种软硬件结合确保火工品测试安全的方法[J]. 兵工自动化, 2023, 42(6): 27-29.

(上接第 5 页)



(a) 模糊子集数量为 7 时



(b) 模糊子集数量为 3 时

图 19 模糊子集数量为 7 和 3 时的 gbellmf 函数仿真

4 结束语

通过倒立摆稳摆控制的仿真实验结果可以看出: 当系统不存在噪声干扰, 普通 PID 与模糊 PID 的控制效果不分伯仲。当正弦信号中夹杂高斯噪声干扰背景时, 模糊 PID 参数整定将在很大程度上消除高斯噪声干扰, 起到噪声抑制效果, 而且模糊算法使用方便, 适应性强。

仿真实验中, 在运用模糊 PID 控制算法对倒立摆稳摆噪声干扰进行抑制时, 隶属函数形状的差异对模糊 PID 参数整定影响较大, 当选取的隶属函数形状变化较平坦时, 其控制品质较高, 系统较稳定, 鲁棒性也较好; 当选取的隶属函数形状陡变较大时, 系统辨识度相对较高, 控制更为敏捷, 但必须牺牲

一定程度的稳态性能。另外在特定的噪声干扰背景下, 对于同一隶属函数, 当其模糊子集数量选取较小(即模糊规则较少时)时, 不仅仿真时间较短, 而且系统对于真实指令的跟踪效果反而更好, 鲁棒性更强, 容错能力更出众, 体现在直观图形上就是模糊规则越少, 仿真曲线越平滑, 越贴近真实的指令信号。

参考文献:

- [1] 赵文龙, 陈能祥, 杜浩藩, 等. 基于 LQR 的直线二级倒立摆最优控制系统研究[J]. 南昌航空大学学报(自然科学版), 2013, 27(1): 66-72.
- [2] 李梦婕, 张永立, 崔世钢, 等. 基于 LMI 滑模变结构的倒立摆系统稳定控制[J]. 天津职业技术师范大学学报, 2023, 33(1): 38-43, 49.
- [3] 兰歆, 韦宏利, 陈超波. 一种改进的粒子群算法的分数阶控制研究[J]. 计算机技术与发展, 2018, 28(10): 145-149.
- [4] 刘会森, 张玉莲, 董全林. 模糊 PID 在智能调节阀控制系统中的应用[J]. 机床与液压, 2018, 46(1): 91-96.
- [5] 常昊天, 李小兵, 钟伟杰. 基于自适应模糊 PID 的二级倒立摆控制方法[J]. 火力与指挥控制, 2022, 47(2): 108-113.
- [6] 田海, 刘澄树. 多台压缩机防喘振系统控制方法的研究[J]. 电气传动, 2017, 47(10): 63-67.
- [7] 李忠信, 王大龙, 庄佳才, 等. 基于遗传模糊控制的风电机组偏航系统疲劳载荷研究[J]. 动力工程学报, 2022, 42(8): 745-752, 768.
- [8] 赵天宇, 陈东, 霍为炜, 等. 氢燃料电池汽车能量管理系统模糊控制仿真研究[J]. 重庆理工大学学报(自然科学), 2022, 36(3): 36-40.
- [9] 姚建峰, 卢军, 郑一力, 等. 基于变论域模糊控制算法的树木年轮测量仪直流电机转速控制[J]. 农业工程学报, 2019, 35(14): 57-63.
- [10] 吴贤宁, 李哲, 梁晓龙, 等. 基于模糊控制的无人机集群视觉着降[J]. 空军工程大学学报(自然科学版), 2021, 22(4): 2-8.