

# 基于 HDFS 跟踪的雷达控制系统鲁棒性增强技术

万世昌

(商洛学院 数学与计算机应用学院, 陕西 商洛 726000)

**摘要:** 针对传统雷达控制系统鲁棒性较差、控制效率较低的问题, 基于 HDFS 跟踪技术研究了一种新的雷达控制系统鲁棒性增强技术; 收集雷达控制系统数据, 利用信息流控制语言代数形式对收集的数据进行解析处理, 选择最适合进行数据的数据, 并对雷达控制系统进行伺服控制, 利用 SQL 方法, 在数据传输过程中对数据进行注入操作, 进而降低数据在传导中的损失率; 在此基础上, 在 HDFS 跟踪状况下完成雷达控制系统鲁棒性增强操作, 多种方法并行, 有效解决了雷达控制系统鲁棒性差的问题; 为检测增强效果, 设定对比实验, 结果表明, 基于 HDFS 跟踪的雷达控制系统鲁棒性增强技术的系统鲁棒性较强, 控制效率提高了 21.42%。

**关键词:** 雷达控制系统; 鲁棒性; 信息流控制; HDFS

## Robust Enhancement Technology of Radar Control System Based on HDFS Tracking

Wan Shichang

(School of Mathematics and Computer Application, Shangluo University, Shangluo 726000, China)

**Abstract:** Aiming at the problem of poor robustness and low control efficiency of traditional radar control systems, a new radar control system robustness enhancement technique is studied based on HDFS tracking technology. Collect radar control system data, analyze the collected data by means of information flow control language algebra, select the data most suitable for research, and perform servo control on the radar control system, and use SQL method to data in the data transmission process. The injection operation reduces the loss rate of data in conduction. On this basis, the robustness enhancement operation of the radar control system is completed under the condition of HDFS tracking. The multiple methods are parallel, which effectively solves the problem of poor robustness of the radar control system. In order to detect the enhancement effect, the contrast experiment is set up. The results show that the robustness enhancement technology of radar control system based on HDFS tracking is more robust and the control efficiency is improved by 21.42%.

**Keywords:** radar control system; robustness; information flow control; HDFS

## 0 引言

高速发展的科学技术对雷达控制的精度要求越来越高, 在不断提升雷达控制精度的同时, 雷达控制系统的鲁棒性问题也随之而来<sup>[1]</sup>。雷达控制系统在保证系统稳定的同时, 应控制动态特性变化尽可能小, 即提升雷达控制系统的稳定鲁棒性和性能鲁棒性。目前已有相关学者对雷达控制系统鲁棒性的优化做出了研究, 并取得了一定的研究成果<sup>[2-3]</sup>。

文献 [4] 提出基于加密技术的雷达控制系统鲁棒性增强技术, 其加密技术为传输通道加密技术, 但此种加密模式只能保障数据传输过程中雷达控制系统的强鲁棒性, 无法保障终端的完全强鲁棒性, 若数据发生被迫解密的情况, 则无法保障雷达控制系统的鲁棒性, 使系统处于风险之中。文献 [5] 提出基于卡尔曼滤波器的雷达控制系统鲁棒性增强技术。采用容积卡尔曼滤波器优化雷达控制系统的鲁棒性。该方法能有效提升雷达控制系统的鲁棒性, 但

雷达控制系统的控制效率较差。

针对上述方法存在的问题, 本文提出一种新型的基于 HDFS 跟踪的雷达控制系统鲁棒性增强技术, 根据信息流控制语言代数形式对收集的数据进行解析处理, 对雷达控制系统进行伺服控制, 在此基础上增强雷达控制系统的鲁棒性。并设计了实验验证该技术的有效性。

## 1 基于 HDFS 跟踪的雷达控制系统数据收集

本文 HDFS 体系选取主从结构方式进行研究, 整体体系由终端用户、名字、数据网络节点组成。其关键数据通信道口涵盖客户端与名字网络节点连接口, 客户端与数据网络节点连接口以及数据网络节点间连接口。其整体体系图如图 1 所示。

为进一步加强 HDFS 对雷达控制系统数据的追踪与控制, 选用信息流控制语言代数对雷达控制系统数据进行收集。利用 SALH 进行语义与语法增强筛选, 并设置系统基础构成表达式  $e$ , 其中,  $A$  表示控制器终端,  $F$  表示名字网络节点,  $K$  表示数据网络节点,  $G$  则为放置在名字网络节点中的雷达控制系统信息,  $H$  为数据网络节点中的数据块结构<sup>[6]</sup>。其表达式如下:

收稿日期: 2019-10-21; 修回日期: 2019-11-16。

作者简介: 万世昌(1984-), 男, 陕西商洛人, 硕士, 讲师, 主要从事软件工程方向的研究。

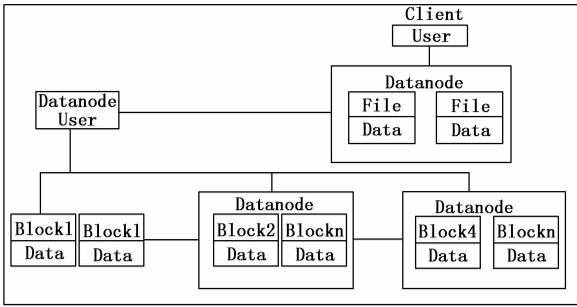


图 1 整体体系图

$$e = \frac{F+G}{A} \sqrt{HK} \quad (1)$$

在此式中，如果最终计算结果  $e=0$ ，在代表该控制器终端不具备收集此类雷达控制系统信息的功能，如果最终计算结果  $e=1$ ，则表示该控制器终端具备收集此类雷达控制系统信息的能力<sup>[7]</sup>。将结果  $e$  组成标记格，如图 2 所示。

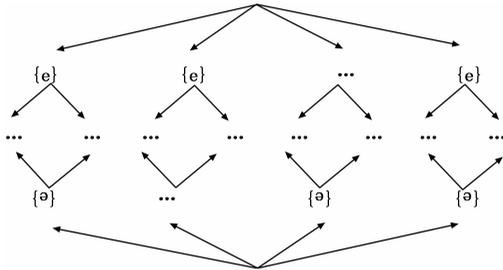


图 2 标记格图

在标记格中，具备基础标记类型以及标记值域，其中标记值域为数量乘积格，并与基础表及类型相匹配。其顶部元素值为空值，底部元素值为任意值。将  $Q$  作为控制器接收能力， $Q$  由不同的结果  $e$  组成，若结果  $e=1$ ，则表示该控制器具备接收此类控制数据的能力，若结果  $e=0$ ，则表示该控制器不具备接收此类控制数据的能力。

进一步加强系统对数据的加密能力，并根据所得数据分析密钥标记的具体位置，由此确定数据密文标记的位置，从而排除标准范围之外的数据因素影响，将 channel 作为连接通道的连接线，寻找最适合数据网络节点存在的通道口，根据所显示的动作或任务进行数据指令的执行。“一”代表动作或任务共同执行，“+”代表动作或任务选择性目的执行<sup>[8]</sup>。将获取的动作在字节名上进行数据文档的创建，并按照相关指令对文档进行打开操作，接着通过客户端进行数据的读取操作，将读取的数据沿数据通道进行传输，根据 SALH 语义与语法对数据进行系统基本收集操作，在用户界面的名字网络字节设置文档及目录选择目录选择内容主要包含文档及选择目录路径<sup>[9]</sup>。

首先，依据 SALH 语义与语法规则，以可读文档为主体，在接口通道中进行文档发送的请求，并依照既定顺序进行文档数据模块的收集与存储，在请求发出之后，在原通道口接收整体数据，并返回至系统原始状态。按照信息数据判别能正确打开数据收集操作系统，如果能够正

确打开，则将允许数据按照原始通道返回至初始数值，如果不能正确打开，则数据无法进行返回操作。数据收集读取图如图 2 所示。

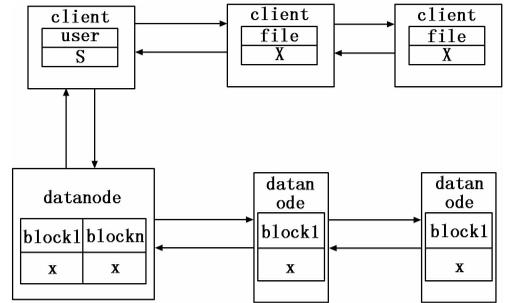


图 3 数据收集读取图

在经过数据程序化加密后，对符合条件的数据进行集中收集，获得的收集过程可形式化描述如下： $CD(C, S) \text{ channelCN.declassify}(S, B, \kappa) \rightarrow (C, S)$ 。此时，整体系统的可形式化描述为： $SYSTC(C, S) | N(N, \kappa) | D(B, \kappa)$ 。

### 2 雷达控制系统伺服控制

在采集到所需数据后，需要依据所采集的数据样本进一步实现雷达控制系统伺服控制。将采集的数据样本设置标签并复制，利用标签随数据传播的原理对数据样本追踪控制，将条件数据控制在安全范围内，本文标签通过互斥，实现最小值特权与职责分离，在制定系统最小值时，只分配主体数据标签相对应的基础标签，在制定系统职责分离原则时，分配给不同主体数据标签不同的基础标签，并进一步进行集中数据操作<sup>[10-12]</sup>。

本文集中数据所需的元素与规则要素如图 4 所示。

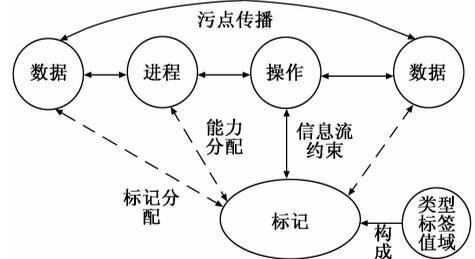


图 4 元素与规则要素图

由图 4 可知，集中数据控制包含进程操作、数据集中、信息标记以及整体操作共 4 个元素以及数据信息系统收发规则、数据信息创建规则与标记标签传播规则三个规则要素。其中，规则要素操控步骤如下：

1) 数据信息系统收发规则：分析运行中的进程数据的收发过程，其中发送数据所需满足的发生条件设置为：在所发送数据的全部标签标记信号与进程的发送性能标签，标记满足偏离顺序关系。

2) 数据信息创建规则：经过数据复制方式对初始进程进行复制，并将复制后的进程放置到下一进程中，后一进

程的伺服标签标记完全继承前一进程的伺服标签标记，并经由 fork 创建进程来查询数据是否可以利用新规则标签标记新式进程。并采用执行模式进程对后一进程进行标记操作，以数据策略文档属性决定数据进程属性，通过 exe 对数据进行加载，在执行特定的二进制指令之后，可使用此种规则进行数据信息的创建，并为下一步骤提供新进程的系统标签标记。

3) 标记标签传播规则：数据由 C 通道口向 D 通道口，在数据通的过程中，数据的标签标记将随之及时更新信息。本文的标签标记传播分为两种情形：

(1) 数据在传播进程中进行内部标签标记传播。若程序指令的初始赋予数值  $c=d$ ，数据由数据  $c$  向数据  $b$ ，此时应将数据  $b$  中的数据信息进行更新，并进行最终传播过程操作。

(2) 数据在传播进程中进行通信间的产生标记标签传播。若数据  $c$  向数据  $d$  经过套文接字进行了数据发送操作，则数据  $d$  在接受信息并存储后将本数据中的数据信息进行更新处理，实现整体数据的标记标签传播。

在实现规则要素操作后，即完成对雷达控制系统的伺服控制。

### 3 雷达控制系统性能鲁棒性增强技术

在实现对雷达控制系统伺服控制后，进行雷达控制系统鲁棒性增强操作。与原有的 VMI、动态数据污点追踪技术以及虚拟机自行处理技术相结合，本文在 HDFS 跟踪状况下，提供数据所需指令级别评估以及高程度信息通信追踪控制机制。在虚拟机操控系统内部提供雷达控制系统信息通信数据字节差异比较系统，并从使用者角度分析操作系统合理性，如图 5 所示。

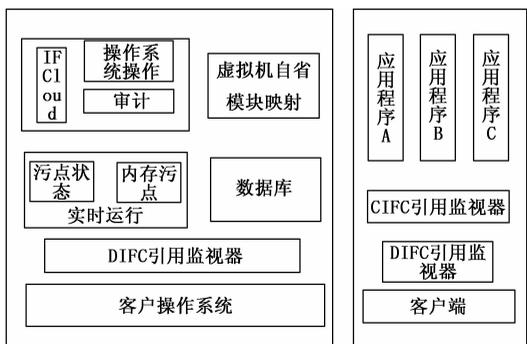


图 5 雷达控制系统鲁棒性增强图

首先，对相应客户程序运行中的数据进行了鲁棒性控制检验，检测其是否符合强鲁棒性标准，若不符合，则将数据返回至原始系统中，若符合，则进行下一步的处理。经由判别后的数据将自动归为可执行数据，并实时建立安全插件，同时实现对雷达控制系统的动态鲁棒性增强，测量系统数据的异常状况，并将检测后的结果执行审计操作，防止恶意破坏与侵扰。保证系统处于合理状态，在 Ubuntu9 的环境下对数据进行程序机密配置，并检测输入数据中

污点数据存在的可能性，向回调节数据函数信息记录，监测其动状况并记录，当输入数据进入 get 程序中时，依据策略数据程序进行数据筛选，判断该数据信息是否为非法，并利用 exe 程序打开测试数据文档，将符合的结果保存至数据通道中，以保证鲁棒性增强的完整性。经由此上一系列处理，完成最终的雷达控制系统鲁棒性增强操作。

## 4 实验研究

### 4.1 实验目的

为了检测所提基于 HDFS 跟踪的雷达控制系统鲁棒性增强技术的增强效果，与传统雷达控制系统鲁棒性增强技术进行对比，并分析实验结果。

### 4.2 雷达控制系统鲁棒性增强模型建立

针对雷达控制系统信息的庞杂性与数据鲁棒性增强的特殊性，对其进行数据鲁棒性增强技术分析，并构建雷达控制系统鲁棒性增强模型，如图 6 所示。

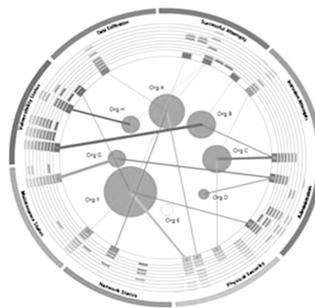


图 6 雷达控制系统鲁棒性增强模型

根据上述雷达控制系统鲁棒性增强模型，进行实验参数的设定，如表 1 所示。

表 1 实验参数表

项目	参数
连接信道	channel 信道
注入模式	SQL 注入
系统工具	CoPS
检测	冷路径
语法与语义	FALH
设计基础	标签设计
模块级别	二进制级别
追踪方法	数据动态追踪
规则	数据降幂
服务系统	云服务

### 4.3 实验结果与分析

根据上述雷达控制系统鲁棒性增强模型进行实验对比，将本文基于 HDFS 跟踪的雷达控制系统鲁棒性增强技术的数据鲁棒性增强效果与文献 [4] 方法进行比较，得到的雷达控制系统鲁棒性与控制效率对比图如图 7 所示。

对比图 7 可知，在相同的参数条件下，本文雷达控制系统鲁棒性更强，造成此种现象的原因在于本文技术采用 FALH 语法与语义识别技术，在数据收集的同时对雷达控制

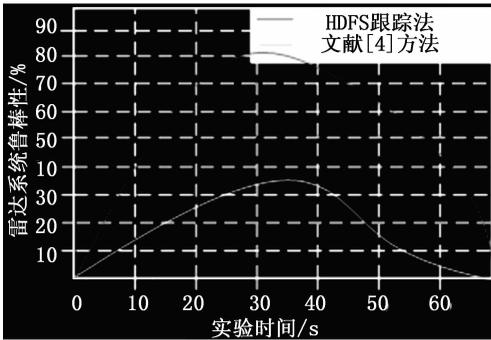


图 7 雷达控制系统鲁棒性对比图

系数据统进行筛选识别处理,减少数据中的干扰数据影响,过滤风险数据,增强数据的整体鲁棒性,从而进一步提高了雷达控制系统鲁棒性。而文献 [4] 提出的雷达控制系统鲁棒性增强技术不具备此检测功能,无法在庞杂的雷达控制系统中进行细致化筛选,对数据的初始处理效果较差,进而导致其雷达控制系统鲁棒性较差。经实验对比,不难看出本文基于 HDFS 跟踪的雷达控制系统鲁棒性增强技术,具有一定的可行性,能抵干扰,增强整体数据的鲁棒性。

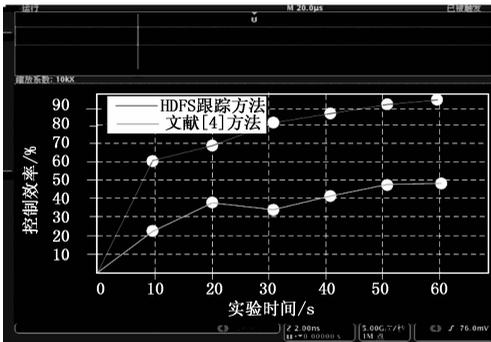


图 8 控制效率对比图

对比图 8 可知,在实验时间为 10 s 时,所提基于 HDFS 跟踪的雷达控制系统鲁棒性增强技术的控制效率为 62%,而文献 [4] 提出的鲁棒性增强技术的控制效率为 24%。在实验时间为 20 s 时,所提技术的控制效率为 70%,而文献 [4] 技术的控制效率为 38%。造成此种差异的原因在于本文技术选取 SQL 注入模式,将数据在传输过程中进行注入清理,减少不必要数据的影响,进一步降低工作系统的工作时间,进而提高本文技术的控制效率。

在此后的对比实验中,随着实验时间的不断提高,本文技术的雷达控制系统控制效率不断提高,且一直位于传统技术的之上,此种现象成因为本文选用冷路径检测,能够提高路径检测效率,并在控制数据运输过程中保证数据的纯洁性,减少其他风险数据的输入概率,选取二进制模式,简便运算方法,降低系统运算时间,利用数据降幂规则,减少复杂数据量,channel 信道的连接进一步缩短了数据传输距离,减少传输损耗,进而提高了整体技术的控制效率。而传统技术不具备此些性能,无法较好地解决数控控制效率提高的问题。

经过以上对比分析可知,本文基于 HDFS 跟踪的雷达控制系统鲁棒性增强技术的鲁棒性与控制效率高于传统雷达控制系统鲁棒性增强技术,在一定程度上简化了数据运算过程,提高了系统的整体测试识别性能,降低风险数据干扰率,减少数据传输损耗,具有更高的技术效能,同时拥有着更高的可推广性。

## 5 结束语

本文在传统技术研究的基础上研究了一种新式基于 HDFS 跟踪的雷达控制系统鲁棒性增强技术,首先进行雷达控制系统数据收集,利用信息流控制代数语言对数据进行筛选处理,选择适合本文技术的数据,进一步提高了处理系统在初次处理中的效率,并为下一步中的雷达控制系统鲁棒性控制做了铺垫。在雷达控制系统鲁棒性控制中,采用 SQL 注入攻击,对数据进行注入清理,减少数据在传输过程中的不必要损耗,进而增强本文技术的数据鲁棒性。最后进行雷达控制系统鲁棒性增强,在鲁棒性控制的基础上利用动作语言编写,提高数据的自动处理能力,实现本文数据鲁棒性增强效果的提升。

相较于传统技术,本文技术在较大程度上降低了风险数据的干扰程度,简化系统运作过程,进一步提高雷达控制系统鲁棒性,选择多模式处理方法,为数据鲁棒性的增强提供更多选择,处理时间较短,并提高了控制效率。

## 参考文献:

- [1] 何谦,王潇,程刚,等. 船载测控雷达偏馈信号动态控制系统的设计 [J]. 舰船科学技术, 2017, 39 (2): 141-145.
- [2] 吴云龙,李玲娟. 基于 Spark 的模糊聚类算法实现及其应用 [J]. 计算机技术与发展, 2019, 29 (1): 136-140.
- [3] 邵必林,王莎莎. 基于负载预测的 HDFS 动态负载均衡改进算法 [J]. 探测与控制学报, 2019, 41 (2): 77-82.
- [4] 金亮亮,杨璐霞,刘亚云. 线性自抗扰控制在雷达伺服系统应用 [J]. 雷达科学与技术, 2017 (5): 115-118.
- [5] 李宗生,陈海娥. 卡尔曼滤波器在舰载雷达目标跟踪中的实现 [J]. 舰船科学技术, 2017 (10): 43-45.
- [6] 苗金辉. 新体制雷达系统设计与优化问题研究 [J]. 电子设计工程, 2019, 27 (5): 54-58.
- [7] 王志红. 机载监视雷达软件系统设计 [J]. 雷达科学与技术, 2017, 15 (3): 271-275.
- [8] 宋玲,蔡祥宝. 雷达主机与雷达伺服通信接口设计 [J]. 计算机技术与发展, 2017, 27 (9): 197-200.
- [9] 刘重,高晓光,符小卫. 基于通信与观测联合优化的多无人机协同目标跟踪控制 [J]. 控制与决策, 2018, 33 (10): 22-31.
- [10] 韩光耀,施光林,郭秦阳. 基于扰动观测器的电液比例系统滑模位置控制 [J]. 组合机床与自动化加工技术, 2019, 539 (1): 102-105.
- [11] 魏迪,刘德山,楚永贺,等. 基于角度优化的鲁棒极端学习机算法 [J]. 计算机测量与控制, 2017, 25 (1): 198-203.
- [12] 刘瑶,刘宏邦. 深亚微米 GGNMOS 器件 ESD 鲁棒性的优化与模拟 [J]. 微电子学, 2017 (1): 132-136.