

# 基于 DenseNet 的无人汽车制动意图识别方法

伍 菁

(长安大学 信息工程学院, 西安 710064)

**摘要:** 无人汽车制动意图内部数据由于识别深度增加, 会出现过度膨胀现象, 导致制动意图数据收集完整度低、识别准确率差; 提出基于 DenseNet 的无人汽车制动示意图识别方法; 选择数据深度收集系统, 收集无人汽车制动意图内部数据, 结合电池保护模型深度分解汽车内部运行过程的能耗, 以收集的初始内部数据为标准, 整合无人汽车制动意图识别数据, 拆分整合数据, 防止数据过度膨胀; 利用 DenseNet 的高学习度以及自适应学习性, 加权均衡处理内部数据标定函数, 设置一组基函数, 并选择相应的 DenseNet 复制内部数据函数, 自适应分析复制后的数据, 完成制动意图识别; 实验结果表明, 制动意图数据收集完整度提高 15.21%, 识别准确率增强了 23.68%。

**关键词:** DenseNet; 无人汽车; 制动意图; 识别; 深度分解

## DenseNet—based Braking Intention Recognition Method for Unmanned Vehicles

Wu Jing

(School of Information Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

**Abstract:** Due to the increase of the recognition depth, the inner data of the braking intention of the unmanned vehicle will expand excessively, which leads to the low integrity of the data collection and the poor recognition accuracy. Based on DenseNet, a recognition method of brake diagram of unmanned vehicle is proposed. Select the deep data collection system, collect the internal data of the unmanned vehicle braking intention, combine the battery protection model to deeply decompose the energy consumption of the internal operation process of the vehicle, integrate the identification data of the unmanned vehicle braking intention based on the initial internal data collected, split and integrate the data to prevent the excessive expansion of the data. Using DenseNet's high learning degree and self-adaptive learning ability, weighting and equalizing the internal data calibration function, setting a group of basis functions, selecting the corresponding DenseNet to copy the internal data function, self-adaptive analyzing the copied data, and completing the brake intention recognition. The experimental results show that the integrity of brake intention data collection is improved by 15.21%, and the recognition accuracy is improved by 23.68%.

**Keywords:** DenseNet; unmanned vehicle; braking intention; recognition; depth decomposition

### 0 引言

电子化操作性能的提高衍生出了无人汽车这一技术理念, 然而无人汽车操作技术依旧处于萌芽阶段, 对于汽车的制动掌控技术研究较少<sup>[1]</sup>。无人汽车制动意图内部数据由于识别深度增加, 会出现过度膨胀现象, 导致制动识别准确率下降, 引发交通事故, 为此, 不少学者不断强化对无人汽车制动意图识别方法的研究力度<sup>[2]</sup>。

传统无人汽车制动意图识别方法选用较为先进的数据操作手段对数据进行集中化处理, 不断提升系统的操作精准度, 同时监控系统的操作方向以及操作力度, 并加快完善速率, 控制系统操作处于研究允许范围内, 根据追踪的数据进行图像整合, 增强系统数据操作的科学性<sup>[3]</sup>。但在研究过程中, 忽视了对基础数据的完整性收集, 导致数据的处理效果较差, 无法满足系统的操作需求, 且数据操作

投入成本较高, 不符合可持续发展的需要<sup>[4]</sup>。为此, 针对上述问题, 本文提出一种新式基于 DenseNet 的无人汽车制动意图识别方法对以上问题进行分析与解决<sup>[5]</sup>。

本文识别方法首先获取初始无人汽车制动意图数据, 提升系统内部数据的可操作性, 在系统数据追踪的同时进行数据处理操作, 增强数据的可操控性, 优化系统内部结构, 按照相应的结构参数进行数据查找, 并集中存储系统所需数据, 以收集的数据为标准进行无人汽车制动意图数据分析, 研究数据间存在的基础关系, 并不断加强关系数据的联系, 整合关联数据, 并将其进行分类操作, 将属于同一类别的关联数据进行集合划分, 由此提高研究系统对数据的精准处理性能, 最后, 利用研究数据进行精确识别, 根据不同的图像状态查找图像存储位置, 同时简便操作程序, 获取较为精简的操作步骤, 达到对无人汽车制动意图识别的研究目的<sup>[6]</sup>。

该识别方法能够在一定程度上实现对初始数据的精准处理, 简便操作步骤, 缩减实验所需时间, 节约成本, 具备较为广阔的发展前景<sup>[7]</sup>。

收稿日期: 2020-03-20; 修回日期: 2020-04-10。

作者简介: 伍菁(1995-), 女, 陕西西安人, 在读研究生, 主要从事计算机网络方向的研究。

### 1 无人汽车制动意图内部数据获取

为提升无人汽车制动的意图识别性能，本文首先对无人汽车制动意图进行数据获取，选择较为适合的数据收集系统进行数据集中收集，并加大内部调节机制调节力度，安装系统优化装置，并在进行系统数据优化的同时精简数据操作系统，提升数据处理的效率，缩减系统操作时间，进而获取较为完善的初始收集数据<sup>[8]</sup>。按照相关的数据性能进行数据分类，将属于同一类别的数据进行数据存储，并设置内部数据交流图（见图 1）进行数据间的交流，以此判断数据的不同性能，以及存储的方式。

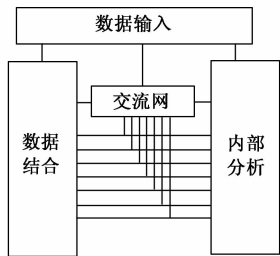


图 1 内部数据交流图

在实现数据间的交流后，对数据进行初步整合，将制动意图数据进行初始采集操作，并过滤数据，将与数据信息不符的数据进行滤除操作，由此确保数据的纯洁度，保证系统处理数据处于系统允许操作范围内。加大对系统的检测力度，对不符合系统发展需求的系统元件进行改良操作，直至元件符合系统运行原理<sup>[9]</sup>。对完成改造的元件进行二次调整，根据系统内部的结构与数据流动方向进行数据标准划分，改进数据信息，并综合数据传导方式进行数据传导，将收集的数据存储至同一存储空间中，对存储空间外的结构进行组装式处理<sup>[10]</sup>。

精简空间结构，由此扩展数据流通通道，优化数据的流通方式，对数据进行参数标定处理，并研究标定数据与基础数据间存在的差异，研究差异的大小，将差异过大的数据进行隔离，并分解出差异较小的参数进行数据混合操作，对于驾驶意图的下坡辅助控制方式进行查找，并按照标准查找的显示结果进行数据比对。结合电池保护模型对汽车运行过程的能耗进行分解，由此获取相应的制动操作所需能耗数量，在制动过程中注重对驾驶方向的动态调整，并进行分配策略整合操作，在低能耗的条件下控制制动数据处于系统收集要求下，同时将制动意图与理论意图分离，操控下坡路段的制动意图，设置数据操控如图 2 所示。

在实现对数据的初始操控后，完成对制动意图数据的获取，并进行下一步骤的研究操作<sup>[11]</sup>。

### 2 无人汽车制动意图识别数据整合

以收集的初始数据为标准，进行无人汽车制动意图识别数据分析，将整合的数据进行拆分，同时进一步完善系统对下坡路段的驾驶员心理分析性能，将分析的数据安装至无人汽车自动系统中，提出数据内部处理机制，并按照

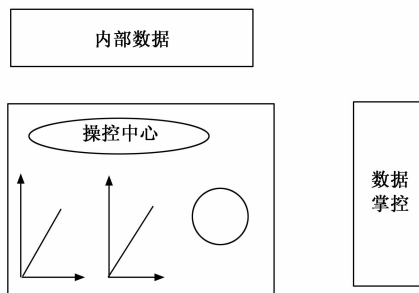


图 2 数据操控图

相应的机制准则进行数据掌控与监测，对制动意图进行能量管理，强化管理性能<sup>[12]</sup>。设计数据管理如图 3 所示。

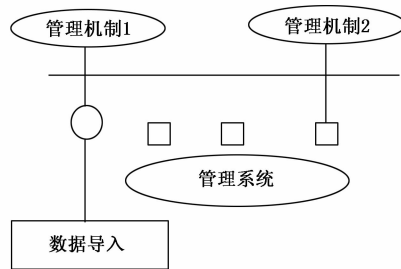


图 3 数据管理图

在图 3 中，加深系统对制动意图数据的了解，并进行识别数据的分析操作。对制动过程中的舒适度与安全度进行考虑，并设置考虑公式如下：

$$K = \frac{m}{n} \cdot \sqrt{G}^3 \quad (1)$$

式中， $K$  为考虑参数， $m$  为制动因素， $n$  为整体数据数量， $G$  为辅助参数，利用上述公式进行数据考虑，强化数据与系统内部功能间的联系，进而提升系统操作速度，增强操作的可行性。将制动意图分为常规制动意图与滑行制动意图两类，按照制动特点进行标记，在实现整体标记后，依照制动的处理准则进行原则性划分，同时对汽车车速以及制动踏板位移进行测量，在测量过程中注意不断观察测量数据间的联系，对信号特征进行排除，加大对制动信号的管理力度，由此得到最佳的制动意图识别数据<sup>[13]</sup>。

由于在实际汽车制动过程中，汽车轮胎会与地面产生一定的摩擦附着力，为此，在制动数据测量时需进行多次测量，以避免偶然性，同时加大对制动踏板位移距离的精准测量力度，减少位置误差对实验研究带来的影响，根据制动踏板深度对无人汽车进行踏板力度预估，并将预估数据进行整合，设置整合公式：

$$J = \sum_i \frac{L - P}{a} \quad (2)$$

式中， $J$  代表整合参数， $L$  代表预估值， $P$  代表实际参数值， $a$  表示内部操作系统整合参数<sup>[14]</sup>。在实现上述系统操作后，对制动意图识别数据进行二次分析，如图 4 所示。

在经过对数据的二次分析后，得到最终的意图分析数据。

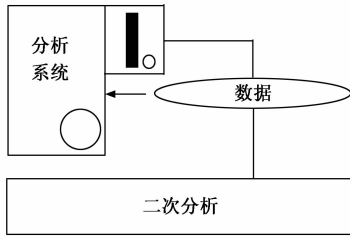


图 4 数据二次分析图

### 3 基于 DenseNet 的无人汽车制动意图识别

DenseNet (稠密卷积网络) 每个层直接访问来自损失函数和原始输入信号的梯度, 带来了隐式深度监控, 引入了具有相同特征映射大小的任意两个层之间的直接连接。为了改变特征映射大小的下采样层, 将网络划分为多个紧密连接的密集块; 将块之间的层称为过渡层, 它执行卷积和合并。实验中使用的过渡层由批量归一化层和  $1 \times 1$  卷积层以及  $2 \times 2$  平均池化层组成。深度 DenseNet 结构如图 5 所示。

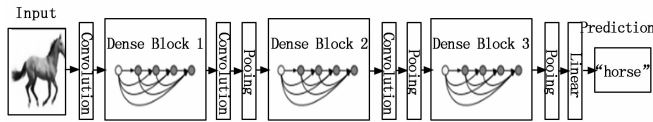


图 5 DenseNet 结构图

假设输入图像  $x_0$ , 设网络包括  $L$  层, 每一层都实现了一个非线性变换  $H_i(\cdot)$ , 其中  $i$  表示第  $i$  层,  $H_i(\cdot)$  表示一个组合操作, 将第  $i$  层的输出记作  $x_i$ 。

第  $i$  层得到了之间所有层的特征映射  $x_0, x_1, \dots, x_{i-1}$  作为输入:

$$x_i = H_i([x_0, x_1, \dots, x_{i-1}]) \quad (3)$$

式中,  $[x_0, x_1, \dots, x_{i-1}]$  表示特征映射的级联。

在实现对无人汽车制动意图识别数据的映射分析后, 根据不同的数据处理类型进行识别方案选择。在车辆行驶的过程中, 由于无人汽车判断性能较弱, 需在操作过程中注重系统的整体安全性, 并不断查找安全参数进行综合分析<sup>[15]</sup>。对于清晰度较差的位置数据进行模糊度推理, 利用数学边界算法优化系统结构, 设置数据结构优化如图 6 所示。

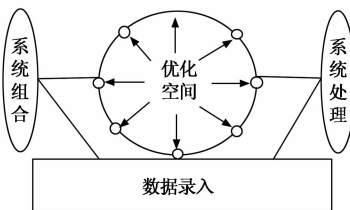


图 6 数据结构优化图

在实现对数据结构的优化后, 分别管理不同的制动信息, 并保留系统中心信息, 对数据输入量以及输入原因进行管理, 同时查找其隶属度函数, 对隶属度进行整理, 查

找隶属度相关信息, 由此获取标准的处理参数数据。结合神经网络进行数据操作, 挖掘系统数据内部的关联点, 并设置数据点追踪系统进行数据点的实时监控操作。

对数据间的隐含层进行网络划分, 对于数据输出量进行精准赋值操作, 对数据间的非线性映射关系进行设置, 同时排除干扰数据的存在, 对意图的特征参数进行标定, 设置参数标定如图 7 所示。

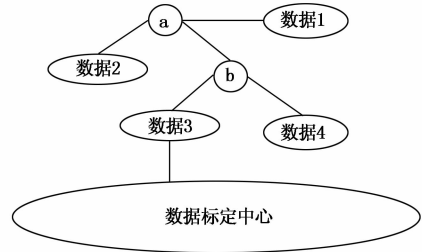


图 7 参数标定图

在图 7 中, 强化内部数据标定力度, 防止数据的泄露, 对算法进行加强训练操作, 调控制动意图的制动速度, 并利用训练后的算法参数对意图进行识别, 将识别后的对照关系进行调换, 改变路面附着条件, 优化系统操作环境, 避免无关因素的影响。对人工客观参数进行查找, 分配不同的查找法则, 定义制动意图识别输入量, 并分析输入量信息, 在完善信息的基础上实施比例划分操作, 由此提升整体系统的识别性能, 确保数据的独立操作, 完成对无人汽车制动意图的识别研究。

### 4 实验与研究

#### 4.1 实验目的

为了检测基于 DenseNet 的无人汽车制动意图识别方法的识别效果, 与传统无人汽车制动意图识别方法的识别效果进行对比, 并分析实验结果。

#### 4.2 实验参数设置

针对无人汽车制造的特殊性, 以及制动意图识别方法研究的操作复杂性, 需对其进行实验参数和环境的设置, 实验参数如表 1 所示。

表 1 实验参数

项目	数据
数据分析方法	内部数据算法分析
向量查找	系统精准查找
空间操作	空间扩大操作
规则设置	模糊规则
变量控制	中心系统控制
函数追踪	隶属度函数追踪
系统输入量	相同
优势掌控	内部掌控
学习能力	自适应学习能力
参数选取	特征参数
映射关系	非线性映射关系

### 4.3 实验结果与分析

根据上述实验参数进行实验对比, 将基于 DenseNet 的无人汽车制动意图识别方法的识别效果, 与传统的识别效果进行比较, 得到的制动意图数据收集完整度对比以及识别准确率对比分别如图 8 和图 9 所示。

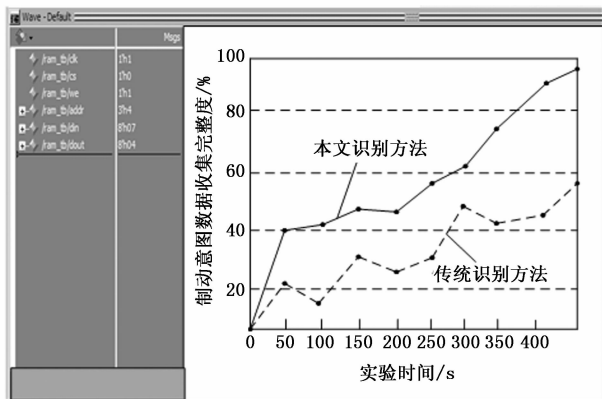


图 8 制动意图数据收集完整度对比图

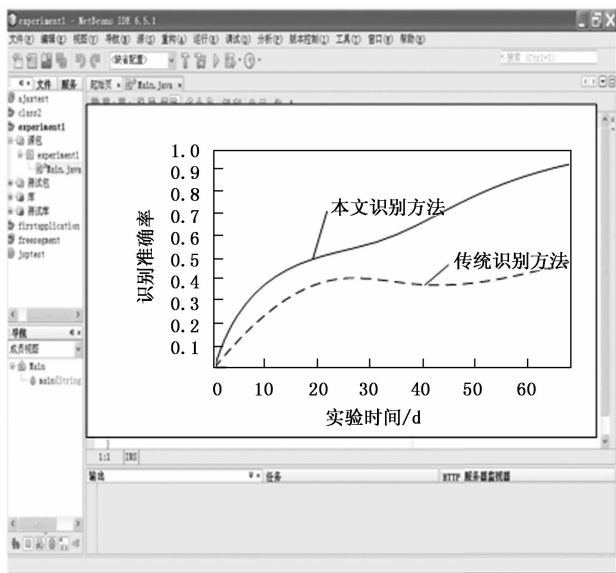


图 9 识别准确率对比图

对比图 9 可知, 在相同的参数条件下, 本文识别方法的识别准确率较高, 传统识别方法的识别准确率较低, 造成此种差异的主要原因在于, 本文识别方法在操作过程中进行无人汽车制动意图数据获取, 获得较为完整的初始操作数据, 并在数据操作的同时对数据的内部关系进行查找与分析, 主动建立与数据相关的数据关联点, 并分析内部关联点的属性, 将属于同一属性的数据点进行点集划分, 并存储至相同的数据集合中, 按照内部调节机制进行系统调节, 探索中间参数的存在条件, 并构造相应的数据连接线, 进行数据中心的实时连接操作, 防止数据的外泄, 保证数据处于较为安全的系统操作状态中。完善系统操作准

则, 并规定较为标准的数据处理模式法则对数据进行集中管控, 保持数据流通的一致性, 不断优化中心处理机制, 在实现对数据的标准处理的前提下进行数据筛选, 由此将无关数据过滤, 保持操作数据的纯洁度, 达到对初始数据处理的目的, 进而增强数据的处理效果, 获取完整度较高的制动意图数据。

对比图 9 可知, 在实验时间为 10 d 时, 本文基于 DenseNet 的无人汽车制动意图识别方法的识别准确率为 0.4, 传统无人汽车制动意图识别方法的识别准确率为 0.2, 在实验时间为 20 d 时, 本文基于 DenseNet 的无人汽车制动意图识别方法的识别准确率为 0.48, 传统无人汽车制动意图识别方法的识别准确率为 0.38。

由于本文对无人汽车制动意图识别数据进行精准分析, 掌握内部数据结构, 并根据结构进行数据调整, 集中强化对标准数据的操作力度, 选取操作性较强的数据进行系统操作, 减少不必要的操作浪费, 缩减操作所需时间, 加强系统理论性功能, 用实时较为精确的数据追踪方法进行数据向量查找, 为数据的内部操作提供良好的数据基础, 并在规定的操作时间内提高系统运行效率, 增强内部识别的有效率, 并辅助系统自主维护性能, 提高系统的自我修复力度, 完成对数据的基础识别操作, 提升主系统识别能力, 进而获得较高的识别准确率, 而传统研究方法缺少此步骤的研究, 对于收集数据的初始处理效果较差, 得到的识别准确率较低。

随着实验时间的不断增加, 本文基于 DenseNet 的无人汽车制动意图识别方法的识别准确率也不断提升, 且一直位于传统识别方法之上。除以上原因外, 本文选用不同的操作模式对过滤后的数据进行识别, 按照数据点识别顺序进行排序, 优化操作步骤, 简便操作方式, 降低系统的操作困难程度, 由此提高系统操作的效率, 并为后续操作提供较为完整的操作方案, 在调节系统操作的同时整合识别信息, 破除了外界因素的影响, 识别的结果较为完整, 促使识别的准确率较高。

经过以上对比分析可知, 本文基于 DenseNet 的无人汽车制动意图识别方法的制动意图数据收集完整度以及识别准确率均高于传统识别方法, 能够更好地提升系统的操作性能, 为后续研究的开展打下坚实的基础, 更好地为使用者所使用。

## 5 结束语

本文在传统识别方法的基础上提出了一种新式基于 DenseNet 的无人汽车制动意图识别方法, 该识别方法的识别效果明显优于传统识别方法。

本文对无人汽车制动意图的识别分为 3 个步骤进行, 首先对无人汽车制动意图内部数据进行获取, 随机控制数据的流转方向, 并在数据监测同时进行数据管理, 不断控

制数据的内部存储方式，确保数据的存储安全，以此获取较为完整的收集数据，在收集的数据的基础上进行识别数据分析，按照不同的识别数据进行数据点对照组合操作，不断优化数据点间的操作联系，在获得较为良好的数据内部连接信息的过程中对数据位置进行系统固定操作，时刻监控数据的流动位置，防止内部数据过度膨胀，最后，选取相应的识别方案对数据进行最终识别，不断提升系统的操作力度，加强理论操作，实现对无人汽车制动意图的识别。

相较于传统识别方法，本文基于 DenseNet 的无人汽车制动意图识别方法能够在较高程度上优化系统信息，不断更新系统数据，保持系统内部的先进性，获取准确率较高的操作数据，具备较佳的研究空间。

**参考文献:**

[1] 尘 帅, 王吉忠, 张西龙, 等. 面向车辆纵向动力学控制的制动意图识别综述 [J]. 河北科技大学学报, 2019, 40 (2): 105 - 111.

[2] 林志玮, 丁启禄, 黄嘉航, 等. 基于 DenseNet 的无人机光学图像树种分类研究 [J]. 遥感技术与应用, 2019, 34 (4): 704 - 711.

[3] 史培龙, 余 强, 赵 轩, 等. 重型载货汽车气压制动系统危险状态识别 [J]. 中国公路学报, 2019, 32 (7): 182 - 190.

[4] 吴仁彪, 赵 婷, 屈景怡. 基于深度 SE-DenseNet 的航班延误预测模型 [J]. 电子与信息学报, 2019, 41 (6): 1510 - 1517.

[5] 刘树伟, 郭立新, 郝 亮. 汽车真空辅助制动系统的控制研究 [J]. 中国工程机械学报, 2019, 17 (1): 61 - 66.

[6] 王文涛, 吴淋涛, 黄 焯, 等. 基于密集连接卷积神经网络的链路预测模型 [J]. 计算机应用, 2019, 39 (6): 1632 - 1638.

[7] 刘 娇, 李艳玲, 林 民. 人机对话系统中意图识别方法综述 [J]. 计算机工程与应用, 2019, 55 (12): 1 - 7.

[8] 赵海文, 齐恒佳, 王旭之, 等. 基于机器学习的人机协调操作意图感知与控制方法研究 [J]. 机床与液压, 2019, 47 (10): 147 - 150.

[9] 李春艳, 周念成, 廖建权, 等. 基于 MEMD-MMFE 的双馈风电场送出变压器励磁涌流识别方法 [J]. 中国电机工程学报, 2019, 39 (17): 5061 - 5073.

[10] 赵春光, 赵 鹏, 杨亦铮, 等. 现代有轨电车液压制动油源系统匹配性设计 [J]. 机械设计与制造, 2019 (6): 235 - 239.

[11] 宋朝锋, 张红娟, 靳宝全, 等. 超级电容储能系统的状态识别与动态控制设计 [J]. 电机与控制应用, 2018, 45 (5): 20 - 24, 41.

[12] 马玉春, 周劲草. 基于视野和投影修正技术的车辆纵向安全研究 [J]. 中国安全科学学报, 2018, 28 (6): 79 - 84.

[13] 徐 涛, 张继水, 卢 敏. 基于出行意图的潜在高价值旅客发现概率模型 [J]. 北京邮电大学学报, 2019, 42 (1): 81 - 86.

[14] 李 涛, 张 刚, 成建波. 采用贝叶斯网络的应召反潜目标态势评估 [J]. 电光与控制, 2019, 26 (6): 40 - 44.

[15] 张 营, 田国会, 张森彦, 等. 家庭智能空间下多领域知识的共享与重用方法 [J]. 机器人, 2019, 41 (4): 507 - 518.

(上接第 225 页)

标进行线性预测和数据拟合，这种方式主要适应于雷达技术不发达时期的偏差补偿，而当代的雷达具有多功能表现性，需要从多方面同时进行偏差补偿，精准确度较低，而本文方法对雷达跟踪目标偏差的补偿精准确度较高，能够有效去除噪声、方位及模型误差造成的雷达目标跟踪图像的偏差量，实现对雷达目标的准确跟踪。

**4 结束语**

本文针对雷达目标跟踪偏差提出了新的补偿方法，从补偿目标信号的测量到应用极化脉冲对雷达目标的测量均提出了新的有效解决方法，根据数据优先级原则选取适宜测量方案，实现对雷达目标跟踪偏差补偿方法的研究。实验结果表明所提方法的补偿精准确度高，能够从多方面完成雷达偏差补偿。

**参考文献:**

[1] 陶璽杨, 毛若昕, 胡亮兵. 基于数字化样机的雷达目标跟踪技术仿真与验证 [J]. 现代雷达, 2018, 40 (5): 74 - 77.

[2] 张 彪, 任 旺, 徐光辉. 一种 TWS 雷达天线水平度补偿的设

计方法 [J]. 无线电工程, 2019, 23 (9): 792 - 795.

[3] 朱鸿健, 周志峰, 俞竹青. 雷达天线稳定平台轴倾补偿研究 [J]. 机械科学与技术, 2019, 45 (6): 936 - 941.

[4] 陆晓莹, 程 婷, 何子述, 等. 相控阵波束驻留调度综合优先级构造方法 [J]. 现代雷达, 2019, 41 (2): 43 - 48.

[5] 李 涛, 杨 东, 徐存亮. 测速雷达历史数据在弹丸初速预测中的应用 [J]. 科技创新与应用, 2017, 34 (32): 144 - 145.

[6] 黎国全, 胡 斌, 朱 斌, 等. 射波刀金标追踪治疗中脊柱辅助摆位的临床应用价值 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2019, 39 (6): 439 - 443.

[7] 姜仁华, 刘 闯, 宁银行, 等. 雷达伺服系统的高跟踪精度改进型自抗扰控制器 [J]. 电机与控制学报, 2019, 23 (05): 102 - 109.

[8] 张春红. 单神经元 PID 补偿零相差跟踪误差方法研究 [J]. 科学技术创新, 2017, 65 (2): 6 - 7.

[9] 生 宁, 鲍甜甜. 基于 UKF-LS 的组网雷达跟踪融合算法研究 [J]. 电子设计工程, 2019, 27 (19): 64 - 68.

[10] 张浩为, 谢军伟, 师俊朋, 等. 动态优先级下防空相控阵雷达在线交错调度算法 [J]. 电子学报, 2018, 46 (1): 55 - 60.