

doi: 10.7690/bgzdh.2022.08.002

## 无人系统人工智能末端平台

曾勤波<sup>1</sup>, 丁娜娜<sup>1</sup>, 陈洪超<sup>2</sup>, 赖春强<sup>1</sup>, 许甜甜<sup>1</sup>

(1. 中国兵器装备集团自动化研究所有限公司武器装备信息与控制技术创新中心, 四川 绵阳 621000;

2. 陆军装备部驻重庆地区军事代表局驻广元地区军事代表室, 四川 广元 628017)

**摘要:** 针对现有人机交互平台存在的问题, 建立软硬件全国产化、人工智能(artificial intelligent, AI)、边缘计算的无人系统末端平台。将信息融合技术、5G通信、自组网通信、人工智能以及嵌入式处理器应用等内容进行集约集成, 对无人系统人工智能末端平台的功能框架进行设计, 形成一种在多功能多用途、智能化及人机交互友好的操控平台。应用结果表明: 该平台兼备无人系统多种功能, 符合无人系统发展方向, 可为无人系统智能化、信息化的研制发展和推广应用提供参考。

**关键词:** 国产化; 人工智能; 末端平台; 人机融合; 5G通信

**中图分类号:** TP18 **文献标志码:** A

## Artificial Intelligence Terminal Platform of Unmanned System

Zeng Qinbo<sup>1</sup>, Ding Na'na<sup>1</sup>, Chen Hongchao<sup>2</sup>, Lai Chunqiang<sup>1</sup>, Xu Tiantian<sup>1</sup>

(1. *Weapon Equipment Information and Control Technology Innovation Center, Automation Research Institute Co., Ltd. of China South Industries Group Corporation, Mianyang 621000, China*; 2. *Military Representative Office in Guanyuan, Military Representative Bureau of Army Equipment Department in Chongqing District, Guangyuan 628017, China*)

**Abstract:** Aiming at the problems existing in the existing human-computer interaction platform, an unmanned system terminal platform with domestic software and hardware, artificial intelligence (AI) and edge computing is established. The information fusion technology, 5G communication, ad hoc network communication, artificial intelligence and embedded processor application are intensively integrated, and the functional framework of the artificial intelligence terminal platform of the unmanned system is designed to form a multi-functional, multi-purpose, intelligent and friendly human-computer interaction control platform. The application results show that the platform has multiple functions of the unmanned system, conforms to the development direction of the unmanned system, and can provide a reference for the development, popularization and application of the intelligent and information-based unmanned system.

**Keywords:** localization; artificial intelligence; terminal platform; man-machine integration; 5G communication

### 0 引言

无人系统是对智能化、信息化、网络化的融合实现, 以信息技术、网络技术、人工智能(AI)技术、控制技术和5G通信技术等先进技术为基础, 集无线通信、数据融合、指挥调度、决策支持等功能于一体<sup>[1]</sup>。进入21世纪以来, 在科学革命和技术变革不断深入的背景下, “无人化”正悄然而至, 特别是在军事应用领域, 各个国家都加大力度发展本国军队的无人化, 像美国和俄罗斯这样的军事大国, 无人系统建设已成规模。

在无人系统已成体系化发展的背景下, 以无人协同、人工智能、人机融合等形式逐渐改变当前的作战方式, 但无人系统的自主执行任务能力尚处起步阶段。无人协同依赖于末端平台进行人机交互, 目前常用的人机交互平台包括手柄遥感、加固平板、

便携式计算机等形式, 主要存在4个问题: 1) 技术集成度低, 功能单一, 无法胜任多任务协同; 2) 通信效率低, 实时性差, 难以应对信息化下数据通信的需求; 3) 智能化程度低, 自主能力不够, 是人机融合发展的绊脚石; 4) 软硬件国产化程度低, 无法满足全国产化要求。

笔者采用国产嵌入式处理器和国产自主可控操作系统设计的无人系统人工智能末端平台通过臂带式携行, 配备5吋主动矩阵有机发光二极管(active-matrix organic light emitting diode, AMOLED)显示模组, 满足无人系统对多任务协同、智能自主操控、高速无线组网通信和数据边缘计算等应用需求, 实现无人系统末端操控、语音识别、图像识别、指挥调度、决策支持、人机融合、数据通信等功能, 以加快无人系统的研制发展和推广应用, 更好地履

收稿日期: 2022-05-07; 修回日期: 2022-06-28

作者简介: 曾勤波(1988—), 男, 江西人, 硕士, 高级工程师, 从事武器装备信息化、定位与位置服务等研究。E-mail: 1055397266@qq.com。

行无人系统智能化、信息化的发展<sup>[2]</sup>。

### 1 人工智能末端平台系统框架设计

如图 1 所示，系统采用开放式体系架构，主要

包括物理设备、操作系统、数据存储、AI 服务、服务构件和应用 6 个层级，形成横向分区、纵向解耦，具备可移植、可增减，以及互操作性的系统框架。

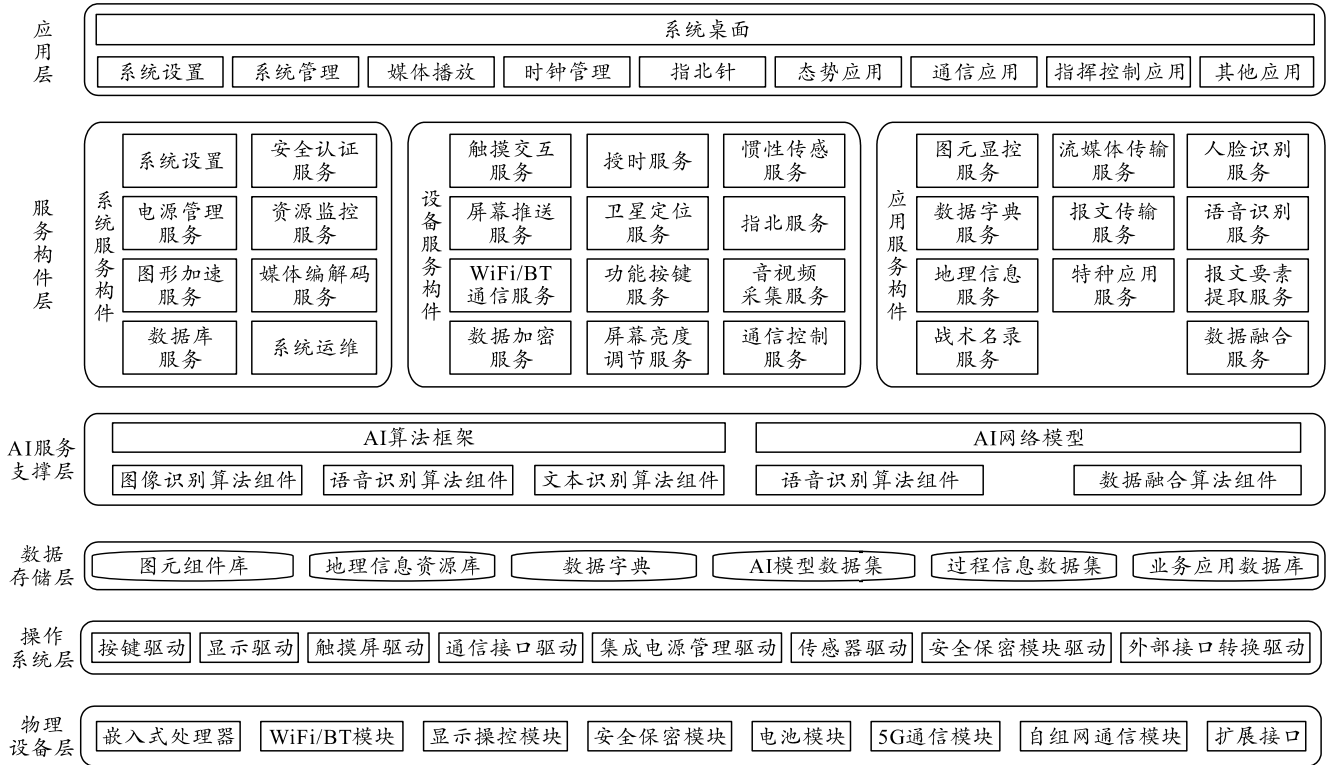


图 1 人工智能末端平台系统

1) 硬件物理层，由无人系统人工智能末端平台功能集成所需的嵌入式处理器、WiFi/BT 模块、显示操控模块、安全保密模块、电池模块、5G 通信模块、自组网通信模块和扩展接口构成。

2) 操作系统层，主要负责对接硬件的驱动程序，通过进程间通信方式实现基于类客户端/服务器 (client/server, C/S) 模式的硬件访问接口，支持部分可并发操作硬件的并发处理功能。

3) 数据存储层，负责对图元组件库、地理信息资源库、数字字典、AI 模型数据集、过程信息数据库和业务应用数据库等内容的本地存储。

4) AI 服务，提供 AI 算法框架和 AI 网络模型实现，包括图像、语音、文本、语音识别算法组件和数据融合组件等。

5) 服务构件层，根据功能和应用需求包含系统服务构件、设备服务构件和应用服务构件。

6) 应用层，通过定制化的图像界面，实现无人系统人工智能末端平台平时的系统设置、系统管理、媒体播放、时钟管理、指北针、态势应用、通信应用、指挥控制应用和其他扩展应用等。

### 2 人工智能末端平台硬件设计

笔者采用硬件模块化的思想开展顶层设计，考虑末端平台便携式穿戴形态对于功耗的严格要求，采用紫光展锐 T7520 为嵌入式处理器，集成 WiFi/BT 通信，搭载 16GB+512GB 存储器，与电源管理芯片一道构建信息处理功能的最小系统。

紫光展锐的“虎贲”T7520 八核高性能 AI 处理器，采用 6 nm 超旗舰工艺，集成四核图形处理单元 (graphics processing unit, GPU)，具备强劲的多媒体处理性能；集成嵌入式神经网络处理器 (neural-network processing unit, NPU)，支持顶级 AI 算力，T7520 主要性能如下：

- 1) 八核异构处理器，最高主频 2.5 GHz；
- 2) Mail G57 四核 GPU，支持 4 K 视频编解码；
- 3) 内置 NPU，最大算力可达 4.8TOPS；
- 4) 支持高速数据存储接口，最高速率 2 133 MHz，最大支持 16 GB；
- 5) 支持 5G 通信；
- 6) 支持 WiFi 802.11 b/g/n/11ac；
- 7) 支持 BT5.0 通信；

8) 支持 GNSS 单独定位和组合定位。

嵌入式处理器通过各类接口与外围电路连接：

1) 通过传感器接口连接磁力计、加速度计、陀螺仪和光线/接近传感器等功能器件实现终端自身状态传感信息采集；

2) 通过音频接口连接麦克风、扬声器、受话器和耳麦接口，实现音频信号输入输出；

3) 通过摄像头接口连接摄像头模组，实现视频信号采集；

4) 通过控制接口连接振动马达，实现振动马达启停控制；

5) 通过北斗定位接口连接北斗模块，并由北斗模块射频接口连接卫星定位天线，实现北斗卫星定

位信息获取和授时功能；

6) 通过 TF 卡接口连接保密卡槽，实现保密安全模块的接入；

7) 通过显示操控接口桥接至 5 吋 AMOLED 显示操控模块，实现屏幕显示、触摸功能；

8) 通过扩展通信接口连接各类接口转换芯片，实现以太网、USB、CAN 以及 RS232 等常用外部通信接口扩展；

9) 通过通信接口与自组网 5G 通信模组连接，实现自组网/5G 通信功能；

10) 通过充电/供电接口与电池模块连接，进行充放电管理，为各个功能块进行供电。

硬件设计如图 2 所示。

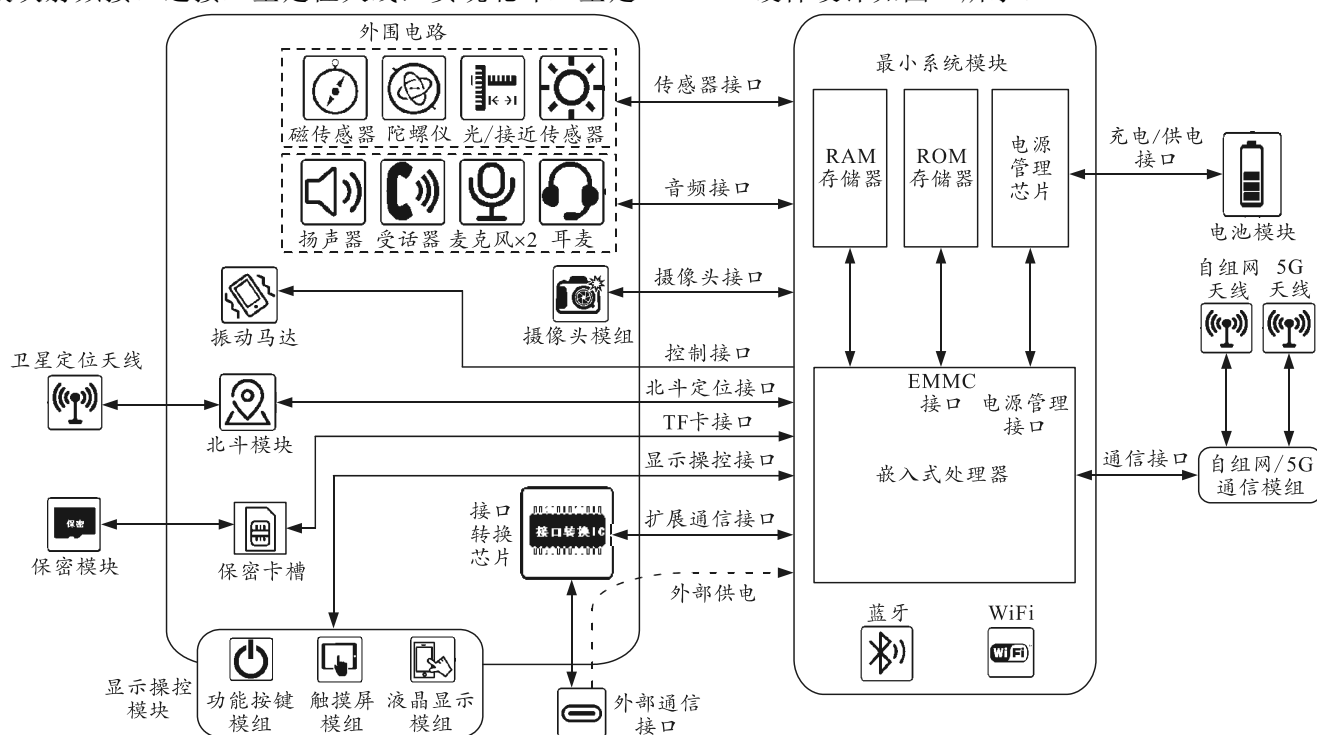


图 2 人工智能末端平台硬件设计

### 3 国产自主可控操作系统定制

人工智能末端平台在银河锐华终端操作系统基础上进行硬件驱动适配和系统服务定制开发。该系统由国防科技大学和中电 32 所联合研制，满足无人系统自主化、个性化、实时性和高安全性需求的前提下，进一步支持通信安全、数据安全、人工智能、人机融合、应用服务化管理等内容，被广泛应用于穿戴式、手持式、便携式终端产品<sup>[3]</sup>。

#### 3.1 硬件驱动适配设计

面向网络化、信息化分布式应用环境，针对有人无人、无人无人、有人有人的协同，笔者构建驱

动适配协同平台，运用开放式系统架构对硬件驱动进行分层设计，通过层层解耦提供统一外设访问能力和驱动开发、管理框架，通过异构设备细节进行屏蔽，对上提供标准服务接口；支持驱动在系统启动过程中默认加载，或者在系统启动之后动态加载，主要涉及的驱动如下：

- 1) 图形加速驱动；
- 2) 音视频编解码驱动；
- 3) 通用输入输出接口驱动；
- 4) 外置功能按键驱动；
- 5) WiFi/BT 通信驱动；
- 6) 北斗定位授时通信驱动；

- 7) 传感器接口驱动;
- 8) 5G 通信驱动;
- 9) 自组网通信驱动;
- 10) 摄像头驱动;
- 11) 保密卡驱动;
- 12) 显示触摸驱动。

### 3.2 系统服务定制开发

系统服务定制包括服务迁移、性能和优化,从操作系统、系统框架、中间件、数据库、业务软件等方面进行兼容适配,实现原始系统向目标平台系统的迁移,主要内容包括:

- 1) 系统运行服务:包括开关机、进程监管、内核配置、电源管理、多媒体应用、身份认证、系统设置、系统自检、数据库等;
- 2) 数据加密服务:为应用软件和系统提供数据加密服务;
- 3) 地理信息服务:支持国产态势地图引擎;

- 4) 数据通信服务:包含 WiFi/BT 通信、5G 通信、自组网通信、北斗通信等内容;
- 5) 数据传感服务:包含指北、计步、环境信息采集、图像信息采集等内容;
- 6) 总线服务:独立于物理连接,架设于多种物理通信协议之上,实现数据容和与交互;
- 7) AI 服务:实现多元数据融合、建立决策问题库、语音识别、图像识别、目标特征库。

## 4 人工智能末端平台功能设计

### 4.1 软件界面设计

软件界面设计主要采用 HTML5 与 Native 应用相结合的模式,基于跨平台兼容性的考量,上层采用 HTML5 的 Web 插件技术实现。根据功能分区将软件界面分为系统模式区域、系统设备状态区域、视频显示区域、位置反馈区域、系统状态反馈区域、伺服控制区域、光学控制区域和路径区域,软件界面实物如图 3 所示。

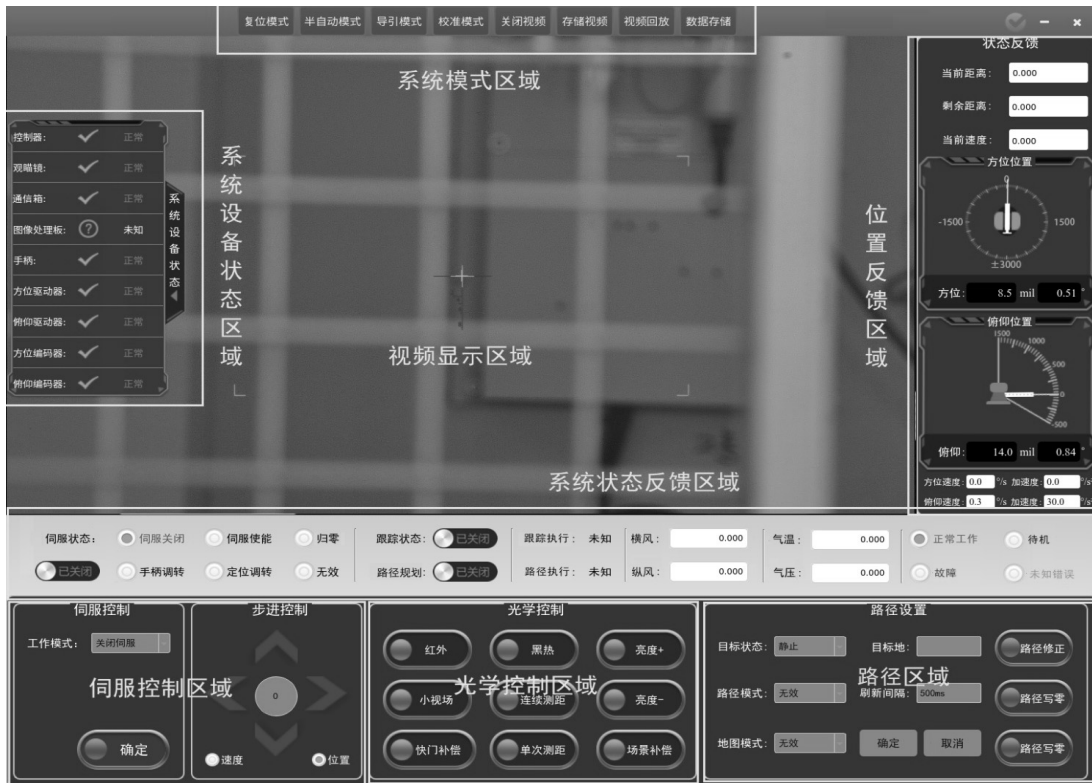


图 3 人工智能末端平台软件界面实物

### 4.2 末端平台人工智能设计

#### 4.2.1 联合感知算法群设计

末端平台人工智能设计侧重环境态势的感知,将无人系统各个组成机构作为感知单元,形成群智感知网络,实现感知任务分发与感知数据收集,以

应对大规模及复杂环境态势下的感知任务<sup>[4]</sup>。设计的主要内容包括:1) 多元化感知数据的获取;2) 特征信息的提取。

#### 4.2.2 语音识别技术

面向多模态交互的应用场景时,语音识别需要

面对噪声场景复杂、操作人员发音方式特殊等问题。而语音端点检测准确率则主要与语音信噪比相关，受环境噪音影响较大<sup>[5]</sup>。笔者通过鲁棒性语音识别技术优化人机交互场景下的语音识别核心效果<sup>[6]</sup>，提高语音端点检测的准确率及降低语音低信噪比对语音识别的影响<sup>[7]</sup>。

对于给定的一段语音信号  $s$ ，语音识别的目的是寻找得出最有可能的一个词序列  $\hat{W}$  与  $s$  相对应，即：

$$\hat{W} = \arg \max_W P(W|s)。 \quad (1)$$

通过贝叶斯公式可将上式转化为：

$$\hat{W} = \arg \max_W (P(W)P(s|W)/P(s))。 \quad (2)$$

而待识别语音在识别过程中是不变的，因此上式等价于：

$$\hat{W} = \arg \max_W P(W)(s|W)。 \quad (3)$$

式中： $P(s|W)$ 为特征向量序列符合输出  $W$  词序列的概率； $P(W)$ 为输出词序列  $W$  符合当前场景下语言特性的概率。

#### 4.2.3 任务规划与辅助决策算法群设计

指挥控制的核心是决策支持，环境的复杂性决定了人仍然是无人化中的主导决策者；然而，环境态势的瞬息变化却是人力目前所无法企及的；因此，面向复杂环境态势的任务规划与辅助决策算法群能够有效辅助操作人员进行决策<sup>[8]</sup>，主要内容包括：

- 1) 建立决策问题库用以存储经验数据；
- 2) 根据大量的环境态势实时数据不断拟合与训练辅助决策模型<sup>[9]</sup>；
- 3) 输出候选最优候选方案；
- 4) 操作人员根据具体环境态势情况并结合自身经验来确定最终的方案。

#### 4.2.4 行动自主控制算法群设计

行动自主控制算法群包括目标情报分析、路径融合分析、目标智能分类、多目标关系度。

1) 目标情报分析：建立目标分析模型，读取目标基本信息，基于目标坐标、目标图片、目标视频等数据，通过对比目标库模型识别出目标类型，进一步计算出目标的结构、形状、数量等目标特征，如人员、车辆、船只、飞机、桥梁等。

2) 路径融合分析：在多传感器姿态数据融合的无人系统中，路径融合就是来自不同传感器之间

的数据集中在融合中心进行融合，形成当前时刻的系统路径<sup>[10]</sup>。

3) 目标智能分类：对目标进行智能分组分类，通过目标特征、空间关系、地理关系、时间关系进行分类分组。

4) 多目标关系度：基于同类目标或不同分类目标进行关联度分析，以相互距离、目标特征、目标类型进行多目标关联性分析，形成目标情报自动关联，为目标分配提供支持依据。

## 5 结束语

笔者采用国产嵌入式处理器和国产自主可控操作系统设计的无人系统人工智能末端平台，软硬件国产化率为 100%，已实现完全自主可控。该平台已在无人机、足式无人装备、无人车等多种形态的无人系统充分验证。验证结果表明：基于国产化软硬件研制的无人系统人工智能末端平台功能集成度高，打破传统的末端操控思维，是一种在多功能多用途、智能化及人机交互友好的操控平台，符合无人系统下一步发展需求，有助于无人系统在智能化、信息化等方向深入发展。

## 参考文献：

- [1] 张飞. 无人化平台远程指挥和操控系统设计[D]. 南京：南京理工大学, 2008.
- [2] 许武威. 单兵终端智能化改造设计与实现[D]. 郑州：战略支援部队信息工程大学, 2018.
- [3] 曾勤波, 鲁飞, 许甜甜, 等. 国产自主可控警用随终端[J]. 兵工自动化, 2021, 40(2): 21-24.
- [4] 张晓海, 操新文, 耿松涛, 等. 基于深度学习的军事辅助决策智能化研究[J]. 兵器装备工程学报, 2018, 39(10): 162-167.
- [5] 邓艳容, 景新幸, 杨海燕, 等. 语音端点检测研究[J]. 计算机系统应用, 2012, 21(6): 240-243.
- [6] 李森. 基于深度学习的噪声鲁棒性语音识别算法设计与实现[D]. 成都：电子科技大学, 2021.
- [7] 赖春强, 王铃. 基于谱熵的动态双门限语音端点检测算法[J]. 兵工自动化, 2019, 38(1): 39-41.
- [8] 李奎. 地面武器平台指挥控制系统设计及实现[D]. 南京：南京理工大学, 2008.
- [9] 石山. 军事信息云的网络架构设计及作战指挥辅助决策研究[D]. 西安：西安电子科技大学, 2012.
- [10] 许甜甜, 赵宝旭, 骆云志, 等. 基于互补-粒子滤波的 MEMS 传感组件姿态数据融合算法[J]. 兵工自动化, 2021, 40(3): 32-34.