



# 计算机科学

COMPUTER SCIENCE

## 人机混合智能决策范式及作战应用研究

丁炎炎, 冯建航, 叶玲, 郑少秋, 刘凡

### 引用本文

丁炎炎, 冯建航, 叶玲, 郑少秋, 刘凡. 人机混合智能决策范式及作战应用研究[J]. 计算机科学, 2024, 51(6): 272-281.

DING Yanyan, FENG Jianhang, YE Ling, ZHENG Shaoqiu, LIU Fan. [Study on Human-Machine Hybrid Intelligent Decision-making Paradigm and Its Operational Application](#) [J]. Computer Science, 2024, 51(6): 272-281.

---

### 相似文章推荐 (请使用火狐或 IE 浏览器查看文章)

#### Similar articles recommended (Please use Firefox or IE to view the article)

#### [基于多源迁移学习的大坝裂缝检测](#)

Dam Crack Detection Based on Multi-source Transfer Learning

计算机科学, 2022, 49(6A): 319-324. <https://doi.org/10.11896/jsjcx.210500124>

#### [基于小波包分析的虹膜识别研究](#)

Research on Iris Recognition Algorithm Based on Wavelet Packet Decomposition

计算机科学, 2021, 48(6A): 57-62. <https://doi.org/10.11896/jsjcx.200900218>

#### [广义邻域关系下不完备混合决策系统的约简](#)

Reduction in Incomplete Hybrid Decision System Based on Generalized Neighborhood Relationship

计算机科学, 2013, 40(4): 244-248.

# 人机混合智能决策范式及作战应用研究

丁炎炎<sup>1,2</sup> 冯建航<sup>3</sup> 叶玲<sup>3</sup> 郑少秋<sup>3</sup> 刘凡<sup>1,2</sup>

1 河海大学计算机与软件学院 南京 210098

2 哈尔滨工程大学水下机器人技术重点实验室 哈尔滨 150001

3 中国电子科技集团公司第二十八研究所 南京 210007

(3148293831@qq.com)

**摘要** 人机混合智能结合机器智能和人类智能,充分发挥机器人和人类各自的智能优势,实现智能的跨载体和跨认知。作为一种新型智能形式,人机混合智能具有广泛的应用前景。人机混合智能决策将人的思维引入机器智能系统中,利用多智能协同完成对某种任务或问题的混合决策。针对现有的人机混合智能决策研究缺少整体性的理论描述和分类对比,且缺少针对军事领域的作战决策系统的架构描述,从协同交互手段和决策阶段的角度对通用人机混合决策范式进行分类和比较,分析了不同范式下的人机混合智能决策系统在作战方面的应用。此外,总结了目前人机混合智能决策范式和系统存在的问题,并展望了未来的发展方向。

**关键词**: 人机混合智能; 混合决策; 人在环内; 人在环上; 人在环外

**中图分类号** TP181

## Study on Human-Machine Hybrid Intelligent Decision-making Paradigm and Its Operational Application

DING Yanyan<sup>1,2</sup>, FENG Jianhang<sup>3</sup>, YE Ling<sup>3</sup>, ZHENG Shaoqiu<sup>3</sup> and LIU Fan<sup>1,2</sup>

1 College of Computer and Software, Hohai University, Nanjing 210098, China

2 Science and Technology on Underwater Vehicle Technology Laboratory, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China

3 The 28th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Nanjing 210007, China

**Abstract** Human-machine hybrid intelligence combines machine intelligence and human intelligence, giving full play to the respective intelligence advantages of machines and humans, and realizing cross-vector and cross-cognition of intelligence. As a new form of intelligence, human-machine hybrid intelligence has a wide range of application prospects. Human-machine hybrid intelligence decision making introduces human thinking into intelligence systems, and utilizes multi-intelligence cooperation to complete hybrid decision-making for a certain task. Existing research on human-machine hybrid intelligence decision making lacks holistic theoretical descriptions and categorical comparisons, more importantly, there are fewer architectural descriptions of operational decision making systems concerning the military domain. Therefore, the generic human-machine hybrid decision making paradigm is classified from the perspectives of collaborative interaction means and decision stages, while the applications of human-machine hybrid intelligent decision making systems in different paradigms for operational purposes are analyzed. In addition, the problems of current human-machine hybrid intelligent decision-making paradigms and systems are summarized, and the future development directions are prospected.

**Keywords** Human-Machine hybrid intelligence, Hybrid decision-making, Human-in-the-loop, Human-on-the-loop, Human-outside-the-loop

到稿日期:2023-03-23 返修日期:2023-09-08

基金项目:装备预研教育部联合基金(8091B032157);信息系统需求重点实验室开放基金资助课题(LHZZ2021-M04);水下机器人技术重点实验室研究基金(2021JCJQ-SYSJJ-LB06905);江苏高校“青蓝工程”

This work was supported by the Joint Fund of Ministry of Education for Equipment Pre-research(8091B032157), Key Laboratory of Information System Requirement(LHZZ2021-M04), Research Fund from Science and Technology on Underwater Vehicle Technology Laboratory(2021JCJQ-SYSJJ-LB06905) and “Qinglan Project” of Jiangsu Province.

通信作者:刘凡(fanliu@hhu.edu.cn)

## 1 引言

在技术的发展过程中,催生了两个智能的概念——机器智能和人类智能,作为两种不同的智能形式,两者各有优劣。机器智能(也可称为人工智能)具有高效性和持久性,但其缺乏灵活性和创造性,面对未学习过的复杂任务时难以做出准确的判断和决策<sup>[1]</sup>;人类智能具有较高的创造性和适应性,但其效率较低、持久性较差,且容易受人体情感等影响导致决策失真。因此产生了一种新的智能形式——人机混合智能<sup>[2]</sup>。人机混合智能通过结合机器智能和人类智能各自的优势,在两者的基础上实现智能的跨载体和跨认知,在复杂场景下更好地实现混合决策。当人机混合智能对某种具体任务进行决策时,并不是简单地将人和机器的结果融合,而且对人的决策(人的感知和记忆)和机器决策(机器的逻辑推理和存储能力)进行有机混合,两者在相互弥补的同时相互监督。人机混合智能实现混合决策的大致过程如图1所示。

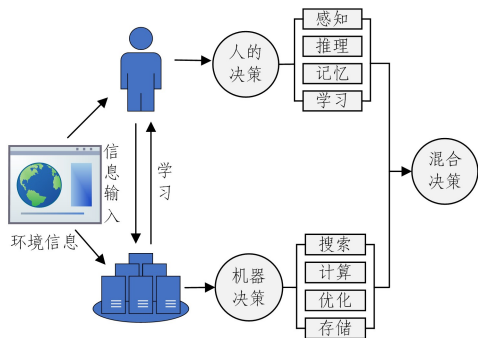


图1 人机混合智能决策过程

Fig.1 Decision-making process of human-machine hybrid intelligence

目前有关于人机混合智能决策的研究很多,但现有的人机混合智能决策研究缺少整体性的理论描述和分类对比,且缺少人机混合智能决策系统在军事领域的应用分析和架构描述。因此本文对通用人机混合智能决策范式进行理论概述,并针对人机混合智能决策在作战中的典型应用系统的架构、关键问题和具体应用进行描述。最后,总结人机混合智能决策目前存在的问题,并展望了人机混合智能决策的发展方向。

本文第2章对通用的人机混合智能决策范式进行描述;第3章重点描述面向作战的人机混合智能决策的典型应用;第4章概述当前人机混合智能决策面临的问题及对策思考。

## 2 通用人机混合智能决策范式

根据交互手段,可将人机混合智能决策分为物理人机交互和认知人机交互两个部分;根据决策阶段可将其分为人在环内、人在环上和人在环外3个阶段。接下来将对这两种情况进行详细描述。

### 2.1 人机混合智能决策中的不同协同交互手段

#### 2.1.1 物理人机交互

物理人机交互指通过对人类形态和行为进行建模,通过技能传递完成对机器的感知,并在此基础上构建人机回路系统,实现机器与人类的直接接触的过程。其目标是实现人对

机器的直接控制,关键问题是如何在复杂背景下使机器顺应人类行为并给出反馈。具体来说,在物理人机交互中,机器人结构呈现顺应行为,规划遵循人类偏好的运动<sup>[3]</sup>,通过人-机器人的技能传递和意图识别,机器生成与人类协作及交互的能力,并结合人的经验完成相关工作。该方式能在一定程度上消除人机隔离的影响,全方面提高机器人的性能。物理人机交互主要分为多机器人协作、机器人示教、智能控制系统和混合现实4个研究方向。

在多机器人协作中,基于协同技术,可实现多机器人调度协调和多机器人的组织与控制。相比单个机器人,多机器人协作具有更强的感知能力,可广泛用于路径规划、通信、定位等任务。如 Lin 等<sup>[4]</sup>基于视觉 SLAM 算法,建立了多机器人的图像帧世界坐标系,经点云拼接和滤波处理后得到多机器人点云融合地图,实现了更好的稳定性和实时性。在机器人示教中,通过搭建机器人示教平台,允许人类对机器人进行示范,并基于深度学习(如 RBF 神经网络、增强现实)等技术实现机器人的场景动态理解,让机器人学到更多完整的人的技能,从而更灵活地适应多因素的环境。例如 Ceng<sup>[5]</sup>搭建了一套人机示教交互系统,通过多模态信息融合学习方法使机器人学习到更完整的技能特征。Shen 等<sup>[6]</sup>基于 Linux 系统和嵌入式工具 Qt 软件,设计出通用性较强、可二次开发的新型示教器。在智能控制系统中,通过将人的智能或人类智能的衍生(如神经网络)引入智能系统中,建立人机混合的智能控制模型,研究智能体的认知和优化策略,实现了人机混合智能。如 Bai 等<sup>[7]</sup>建立了采摘机器人运动模型和 Simulink 仿真平台,通过仿真智能控制系统实现采摘机器人的避障和转向功能。在混合现实中,通过构建交互平台,将虚拟世界和现实世界投射在同一个空间,在交互中为用户提供更好的视觉体验和反馈操作,实现了空间的延伸和信息的云端存储,该方案在医学、旅游和军事等领域都有广泛的应用。如 Yang 等<sup>[8]</sup>建立了一种基于现实场景的可交互混合现实平台,可通过室内定位将现实映射到虚拟中进行同步交互来提升使用者的感受。

总体来说,人机混合智能决策中的物理人机交互通过物理接口和交互方式实现人与机器智能系统之间的信息传递和合作,可以更好地模拟人类与物理世界的交互方式,在人机混合智能决策中起着关键作用,它使人类决策者能够直接与机器智能系统进行实时的交流和合作,以共同完成决策任务。物理人机交互具有直观性、实时反馈性、自然性和可操作性等特点,使用户与计算机系统之间的交互更加直接、高效和人性化,为用户提供多模态的交互体验和更高的操作自由度,降低学习成本和操作负担,促进更高效的信息交流和任务完成度。

#### 2.1.2 认知人机交互

认知人机交互指通过建立认知模型,使机器能够对人类的意图、情感和认知进行识别,并从中不断积累经验和学习从而达到具备自我思维的过程。其旨在使机器具有人类思维能力,在思考过程中实现智能活动并反馈。该过程的关键问题在于机器如何在多变复杂的环境中正确理解人类思维并实现自我迭代学习。认知人机交互可分为“教导式”“信号式”和“传感式”。

在“教导式”中,机器人在人类的指导下,通过行为教导和学习以及优化自身系统来增强控制能力,最终实现行为表达并辅助人类。目前,该模式下的研究大多基于复杂网络模型设计机器人代替人类缺失或受损的功能,辅助人类完成相关操作。如 Vargas 等<sup>[9]</sup>利用深度学习技术,构建了一个 3DCNN 神经网络结构来优化视频序列中的连续手势识别性能。Feng<sup>[10]</sup>针对约束单(多)目标优化问题和无约束多目标优化问题,结合粒子区域分布,充分考虑成本和能力等约束条件优化方案,保障了质量和资源的综合利用。Tang 等<sup>[11]</sup>通过骨骼跟踪与深度信息处理分类并结合仿真软件,优化手势识别算法,并设计机械臂遥操作控制来为操作者提供反馈。

在“信号式”中,通过提取信号特征进行分类识别,将结果传递给系统或机器进行相应指令操作。通过这种模式,机器人可以准确识别人的意图,代替人做出决策,并帮助用户与外部交流,最大程度上减轻用户的操作负荷。该模式下有两种不同的实现方法。一方面可以通过采集用户的生物信号来识别其运动意图,并将意图转换为机器可理解的指令语言,实现人机交互。常用的生物信号有脑电信号(EEG)<sup>[12]</sup>、肌电信号<sup>[13]</sup>、表面肌电信号(sEMG)<sup>[14]</sup>以及眼电信号(EOG)<sup>[15]</sup>。在提取用户的生理信号时,可以只提取一种生物信号,也可以融合多种信号模态特征。相较于单一信号,该方式对人类意图的理解更全面。另一方面,允许机器人模拟人类的决策过程和行为<sup>[16]</sup>,通过建立认知模型,让机器人及时获取人的认知并实现相关操作。如 Miskovic 等<sup>[17]</sup>通过传感技术和 3D 重建(姿态估计和手势识别)建立一种认知模型,来确定潜水员的状态和多个潜水员之间的协同控制和最优队形。

在“传感式”中,通过手术将传感器直接植入大脑,直接从中枢神经提取精确的脑信号<sup>[18]</sup>,将人类大脑中的意图转移到计算机,建立人机接口,利用人的神经信号直接操作外围设备。其原理是通过解码大脑皮层中枢神经信息(如运动皮层信号、躯体感觉皮层),提取相关神经元信号和意图信息,将其转换为计算机可识别的信号,达到控制机器的效果,并提供相应触觉和视觉反馈。信号的解码可以应用机器学习算法。

总体来说,人机混合智能决策中的认知人机交互能够实现人类决策者与机器智能系统在高级认知层面的交互和合作。这种交互形式不仅仅是基于物理接口和指令,更注重信息的理解、推理和共享。它使得决策者能够与机器智能系统进行更深入的深度合作和共享,以提高决策的质量和效率。认知人机交互具有自适应性、智能性和高效性特点,其通过理解人类的意图、情感和认知,从与用户的交互中学习,根据用户的反馈为用户提供更精确、个性化的交互体验,提高效率和效果,实现双方在决策过程中的相互补充和协同,促进更智能化的决策和合作。

### 2.1.3 两种协同交互手段的对比

基于以上分析,两种协同交互手段的对比结果如表 1 所列。由表 1 可得出,物理人机交互的手段是较为传统的协同交互方式,也是目前主流的应用场景,通过直接控制机器人来实现物理上的人机交互,而由于其需要人主动参与并不断反馈,其实现过程大多基于神经网络、机器学习等技术手段,

通过教学和技能传递达到控制机器人的目的。在物理人机交互中,机器人的智能性和自主性较高,感知能力较强,技能学习更完整,可以应对较复杂的场景和工作。而认知人机交互采用深度学习进行模型构建,通过提取人体生物信号将人的认知引入机器,来达到控制机器的目的。其实现过程大多基于决策树模型、认知模型、代谢模型、意图转换等技术手段,通过结合人类认知和心智特点,将人类电信号解码并传递给机器,形成新的人机交互思路。在认知人机交互中,机器能最大程度理解人的意图,实现自主感知,其自主学习能力相较于前者更强,准确性较高,与外界交互能力更强,能达到较佳的机器控制效果。

表 1 不同协同交互手段划分的两种范式的对比

Table 1 Comparison of two paradigms divided by different means of collaborative interaction

对比	物理人机交互	认知人机交互		
		教导式	信号式	传感式
实现方法	构建人机回路系统	行为教导	提取生物信号	手术植入
实现方向	多机器人协作/ 机器人示教/ 智能控制系统/ 混合现实	学习外部表达	识别意图	植入式电极
关键技术	神经网络/ 机器学习/ 虚拟现实/ 增强现实	贝叶斯优化/ 代谢模型	意图转换/ 决策树/ 认知模型	机器学习/ 信号解码
操作难度	操作较简单	易操作	易操作	操作较复杂

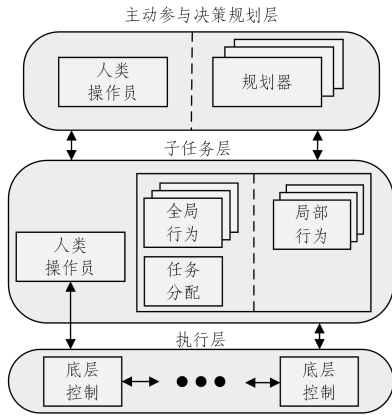
## 2.2 人机混合智能决策中的不同决策阶段

根据人机混合智能决策的不同阶段以及人在系统中的参与程度,可将人机混合智能决策分为 3 个阶段:人在环内、人在环上和人在环外。

### 2.2.1 范式 1:人在环内的人机混合智能决策

在此范式中,人在与机器合作执行任务时扮演主动角色,系统需要人的深度参与和主动控制,通过人与机器在系统内的协同作用来确保机器的正常运行,并完成在决策者之间传递和交互信息的任务。在这种情况下,机器主要作为人类的辅助工具,提供数据分析、模型计算等基础功能。人类决策者基于机器提供的信息进行判断和决策,但最终的决策权和责任仍归于人类。此阶段的人机混合智能决策系统的基本模态表现为以人为主,在整个层次化的模型体系中,人位于系统的多个组成层,通过对系统进行分层解耦,实现人对系统的绝对控制,提高系统的稳定性和安全性。在该范式中,人和机器的任务规划如图 2 所示<sup>[19]</sup>。具体表现为人类通过规划层为任务层提供控制指令,在任务层中由人进行进一步的决策优化,最终交由执行层完成具体的指令操作。

此范式的主要特点是人主动参与且主动控制,机器作为辅助,其智能性较低。通过人与机器、人与环境之间的实际物理接触(如手势、触摸、操控物体等物理交互方式),使得人与机器之间的交流更自然和高效,并提高执行人机协同任务的精确性和安全性。此阶段的人机智能系统以工业协作机器人和手术机器人<sup>[20]</sup>、助残机器人<sup>[21]</sup>等医疗机器人为代表。

图2 人在环内时的任务规划<sup>[19]</sup>Fig. 2 Task planning when human-in-the-loop<sup>[19]</sup>

### 2.2.2 范式2:人在环上的人机混合智能决策

在此范式中,机器与人处于同一环路,机器在人类的监督下自主地执行某些工作。这种情况下,机器与人类决策者平等参与决策过程,机器可以提供数据分析、模型计算和决策建议,并根据人类的需求以人类能够理解的方式展示界面和反馈信息,而人类则提供主观判断和经验知识,并在必要时进行干预,最终的决策由双方共同协作得出。此阶段的人机混合决策系统,通过将人的认知心理模型、生理认知特性或人类决策模型(如马尔可夫模型<sup>[22]</sup>、DDM模型<sup>[23]</sup>、累加器模型<sup>[24]</sup>)引入传统机器学习算法,结合机器的高性能计算,建立人类监督控制系统,形成一个人机协同工作的决策智能环境,使复杂的任务转化为人与计算机协同解决复杂的管理决策问题,减少因信息过载等原因对性能造成的不利影响,进一步提高决策的科学性。

人在环上阶段,人主要处于任务层,不直接进行主动控制,而是通过信息层感知外部信息并利用可视化界面的反馈结果实现反馈信息的实时查看和监督,在机器无法进行操作时再进行干预。监督角色将人引入循环中,并在符号和离散级别上考虑交互<sup>[19]</sup>。图3展示了人类扮演监督角色(人在环上)时的任务规划。

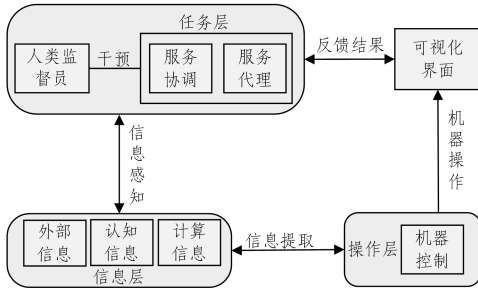


图3 人在环上时的任务规划

Fig. 3 Task planning when human-on-the-loop

人在环上阶段的主要特点是认知计算和人机混合决策,人类随时监督并在某些时候及时地进行干预,通过建立物理认知人机双向交互通道,在经验知识的概念层面提高系统的准确性和可信度,使系统的感知与人保持一致,实现复杂场景和人机协同任务中的混合决策和人机交流。此阶段的人机智能系统具有一定的自主能力,通过为人提供更多更丰富的交互

工具,能够实现指挥决策过程的可视化。该阶段的代表性系统有外骨骼机器人<sup>[25]</sup>、智能假肢<sup>[26]</sup>和人机共驾<sup>[27]</sup>。

### 2.2.3 范式3:人在环外的人机混合智能决策

人在环外阶段,人类主要扮演机器的助手角色,机器主导决策过程而完全独立自主运行,机器根据预设的规则、算法和模型进行决策,人不对机器运行状态进行干预,也无法进行干预。此阶段的人机混合智能决策系统主要利用人机交互、深度学习等方法,进行人机对话,通过模仿人与人之间的对话方式,使得人类能够用更自然的方式与机器进行交流。人在环外的典型人机混合智能决策系统就是任务型对话系统。

人在环外阶段,人通过输入对话的形式与机器层进行交互,机器层、资源层和对话层形成一个闭环结构,机器层在接收人输入的信息后,通过调用资源层信息形成结构化语言,并由对话层进行分析处理后实现对话文本化输出,并在机器层显示对话结果。这类决策的特点是涉及的外界因素少,确定性因素多,解决问题的流程比较固定,结构化的成分多。人在环外时的任务规划如图4所示。

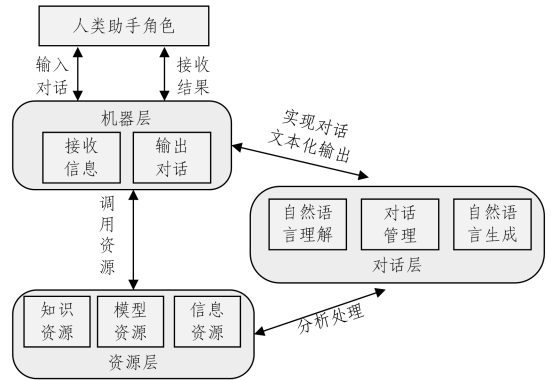


图4 人在环外时的任务规划

Fig. 4 Task planning when human-outside-the-loop

人在环外阶段的主要特点是,以机器为主进行控制和决策,无需人工监督或干预,机器可在未经人类直接授权或通知的情况下启动。该阶段的人机智能系统可解释性较强,具有极高的灵活性和自主性,大幅度提升了系统的智能决策能力和工作任务的完成范围,增加了人对计算机系统的信任度。系统的基本模态表现为人环分离、自主运行,典型的系统为任务型对话系统<sup>[28]</sup>、无人车<sup>[29]</sup>、手机助手<sup>[30]</sup>。

### 2.2.4 3种不同决策阶段范式的对比分析

基于以上概述分析,本小节将从不同方面对人在环内、人在环上和人在环外3种人机混合智能决策模式进行对比,整体对比情况如表2所列。

表2 3种通用人机混合智能决策范式的对比

Table 2 Comparison of three general human-machine hybrid intelligent decision-making paradigms

范式	人在环内	人在环上	人在环外
参与程度	主动	监督管理	助手
主要特点	人机物理交互	认知交互	机器主控制
关键技术	人机系统协作/视觉反馈系统	人类决策动态建模/知识库	自然语言生成/端到端+深度学习

由表2可以看出,3种人机混合智能决策范式的区别体现在人的参与程度上。人在环内阶段,人类完全拥有对机器

的控制权,机器的行动完全由人来决策和控制,该阶段的主要特点是人机物理交互,通过人机系统协作完成人类的主动参与和控制,机器的智能性和自主性较低;人在环上阶段,机器可以控制自己的部分操作并按照指令实施行动,人根据需要可进行监督并在必要时随时介入接管决策权,该阶段的主要特点是认知交互,引入知识库来完成人类决策动态建模,人机任务分工更明确具体,人机协作更加频繁,人机交互程度逐步加深;人在环外阶段,机器享有绝大部分控制权,能实现自主决策,人类仅作为助手辅助机器,该阶段的主要特点是机器为主,通过结合端到端模型、自然语言模型和深度学习技术,实现人机对话,该阶段系统的自主性和智能性较高。

### 3 面向作战的人机混合智能决策系统

通用的人机混合决策范式在多个领域都有相关应用,尤其是在军事领域。早在20世纪50年代末,美国军方内部就已达成共识,其指挥与控制系统不能满足日益复杂和多变的军事环境下精确快速决策的紧迫需求。1960年,人机共生(Man-computer Symbiosis)的概念被提出,国外学者在此基础上开展了长期、持续的研究工作。近年来,以无人机为代表的大量无人平台部队进入列装甚至实战,无人化、智能化是未来战争的发展趋势。在整个作战体系中,人机呈现高度一体化趋势,单纯的人工智能与人类智能都不能发挥出最大效能,人机智能混合成为未来作战体系重要的发展方向。本章将基于第2章的理论基础和作战筹划决策特点分析,对面向作战的典型人机混合智能决策系统进行简要介绍,并对系统的架构和关键问题进行描述。

#### 3.1 作战筹划决策特点分析

作战筹划决策是作战领域长久以来一个重要的研究问题,本质是在掌握敌情、我情和战场环境的基础上,围绕作战目标、作战区域、作战兵力、作战行动、作战行动等要素进行组织设计,与作战指挥体制、战争样式演进以及智能化、无人化武器装备运用与能力发展密切相关。

当前,随着体系作战成为联合作战的基本形态,无人装备、智能化装备逐渐进入战场,环境高复杂性、信息不完整性、响应高实时性、博弈高对抗性和边界不确定性等问题愈加凸显,对作战筹划决策支持系统研制提出了越来越高的要求,使得高水平作战员具有很高“获得感”面临极大的挑战。作战决策主要呈现以下特点:

1)任务类型多样:作战对抗的类型呈多样化特点,有对时效性要求较高的敏捷打击作战以及对时效性要求较低的混合作战、舆论欺骗战等,多重类型对抗方式并存,需要灵活应对和适应。

2)资源类型多样:从传统陆上、海上、空中等战场资源向网络、电磁、太空的新作战空间拓展,从作战资源向信息资源、认知资源拓展。

3)决策时效更高:无人化、智能化装备的大量运用,使决策的时间窗口被极大压缩,“发现即打击”成为一种常态。

4)决策边界开放:从传统物理域、信息域向社会域、认知域拓展,舆论战、混合战场成为一种重要作战样式。

5)决策空间复杂:随着战场资源类型的拓展以及决策时效性要求逐步提高,决策空间复杂度呈指数增长。

#### 3.2 人在环内的人机共生作战决策系统

##### 3.2.1 人机共生作战决策系统总体架构

人机共生作战决策系统在人的主导下,通过将模糊的、复杂的任务转化具体的决策问题,利用机器的搜索和计算存储能力,不断训练迭代作战模型,直至模拟结果达到最优。此时具体任务被具象为某个方案的最优化,并由指挥员进行最终的方案下达。基于人机共生理念实现的人机共生作战决策系统采用人在环内的交互式学习机制,通过在训练平台上构建作战模型并优化训练,能最大程度地发挥机器的存储能力和计算能力以及人的分析能力,提高决策结果的可信度,同时通过将军事知识图谱引入模型中引导模型训练,提高了人机共生作战决策的决策结果的可解释性和可靠性。人机共生作战决策系统由4个模块层组成,分别为交互层、指挥层、支撑层和资硬件层。系统整体架构<sup>[31]</sup>如图5所示。

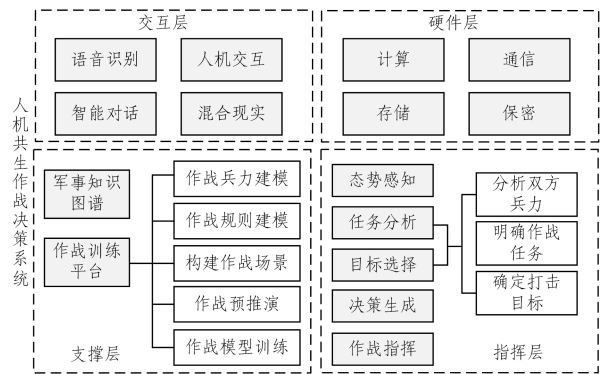


图5 人机共生作战决策系统架构

Fig. 5 Architecture of human-machine symbiosis operational decision-making system

其中,交互层提供多模态交互信息;硬件层提供模型训练相关的计算、存储等硬件资料;支撑层提供基于军事知识图谱的平台用于作战训练,在迭代优化后输出最佳作战方案;指挥层由指挥员基于战场态势,结合输出的最佳作战方案,生成最终的决策方案。

##### 3.2.2 实际作战时的关键问题解决

人机共生作战决策系统用于实际作战时,需要解决两个关键问题。

1)如何准确传达作战计划。由于作战计划传递标准化规则的缺失和战势复杂易变,作战计划在传递过程中容易发生误报或“失真”。因此,在人机共生作战决策系统中,首先需要作战计划进行规范化处理,通过提取不同任务的关键要素,构建相对标准的军事知识图谱,通过调用知识图谱,以最快速度输出符合当前战场态势的最优作战方案;同时可以通过多种决策方法,如交叉熵方法<sup>[32]</sup>、迭代学习<sup>[33]</sup>、人体仿生学<sup>[34]</sup>,提高机器的理解能力,将指挥员的作战计划准确传达给作战人员。

2)如何实现决策结果的最优化和高效性。实现最优化的过程就是模型的训练迭代过程。当前作战环境的复杂程度呈指数式增长,而如何在保证模型训练精度(决策结果的准确度)的基础上,提升计算速度、加速模型收敛,对系统来说是一个极大的考验。针对该问题,可以采用迁移学习<sup>[35]</sup>、分层

强化学习<sup>[36]</sup>等深度学习方法,使模型的训练过程更高效;也可以采用代数图论<sup>[37]</sup>、时间最优<sup>[38]</sup>、A\*算法<sup>[39]</sup>、Dijkstra算法<sup>[40]</sup>等数学方法逐步分解问题,对约束条件多且相互耦合的多目标优化与决策问题进行解耦,提高决策速度,通过加快迭代速度实现决策结果的最优化。

### 3.2.3 人机共生作战决策系统在实际作战中的应用

利用人机共生作战决策系统实现人机混合智能决策的过程大致如下:1)首先指挥员接收上级作战意图,并基于战场实时态势,实现多模态信息的提取;2)指挥员将多模态信息和作战意图传递给系统,系统对多模态数据进行融合处理;3)系统调用军事知识图谱,指挥员选择决策模型,并进行决策模型的训练;4)在大量仿真实验中,系统经过多次迭代,经指挥员确定迭代结束后输出当前作战决策计划;5)指挥员分析作战计划,进行微调或者让模型重新训练生成;6)指挥员确定最终作战计划并下达命令。人参与决策过程的每个步骤,占据绝对主导地位。

在实际作战中,由于人机共生作战决策系统在某种程度上能够实现作战意图的准确传达,提高决策结果的高效性,减少决策时间和错误,因此该系统适用于需要战场模拟预测和实时检测反馈的作战情况。在战场模拟预测中,系统可以建立战场模型和仿真环境,模拟不同战术行动和决策的结果,利用历史数据和实时信息,预测可能的战场发展趋势和敌人行动,以支持决策者的判断和决策;在实时监测与反馈中,系统能够实时监测战场情况、作战效果和决策执行情况,并提供反馈给决策者(指挥员),帮助决策者进行评估和调整,以适应动态变化的战场环境和任务需求。

总体来说,人机共生作战决策系统通常适用于决策者(指挥员)身处战场或实时作战指挥中心的情况,它能够实时的情报分析、战场态势感知和作战决策支持,提高作战的效率、准确性和灵活性,帮助决策者做出快速、准确的决策,并在复杂的战场环境中提供战术优势。

## 3.3 人在环上的认知计算作战决策系统

### 3.3.1 认知计算作战决策系统总体架构

在基于认知计算的人机混合智能决策中,首先需要由机器对一部分信息进行认知计算,即模仿人类智能对外界信息进行认知、推理<sup>[41]</sup>。机器思考的过程类比人类认知过程,即在获取的视觉、听觉等作战相关物理信息的基础上提取信息表征,将外部信息表征与大脑内认知连接形成相互映射,实现从物理信息到表征的语义映射,进而建立认知计算模型用于模拟人类的认知过程和决策思维。这些模型包括知识表示、推理机制、学习算法等,利用构建的认知模型和关联的外部表征进行决策生成和相关行为输出。在军事作战中,基于认知计算理论构建的系统模型大致包含3层,即信息层、认知计算层和行为层,整体系统框架如图6所示。认知计算作战决策系统的特点是人机双向认知交互,机器通过学习人的认知和情感表达实现智能认知计算。

信息层主要用于获取多源信息,如战场态势和敌方敌情等;认知计算层负责输出主观决策和模型结果,并生成最终作战计划;行为层负责具体作战行为的实施。

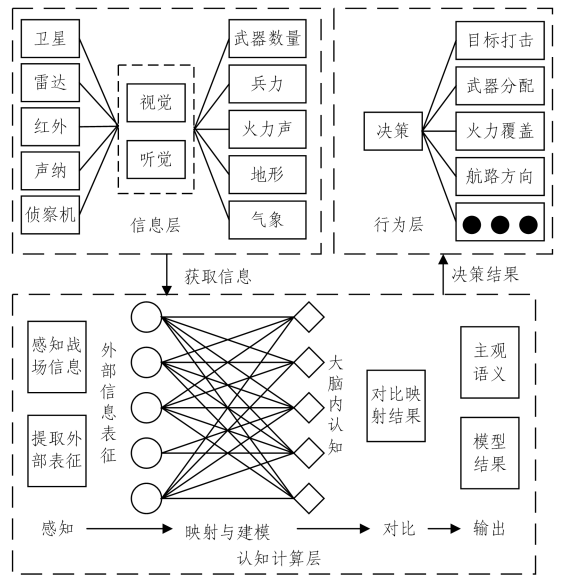


图6 认知计算作战决策系统架构

Fig. 6 Architecture of cognitive computing operational decision-making system

### 3.3.2 实际作战时的关键问题解决

在认知计算作战决策系统的实现过程中,需要解决两个关键问题。

1)如何获取足够的有效战情信息?目前的技术仍难以做到对战场信息特征的有效提取和完全准确传达,缺少统一的整合信息的规则 and 标准,因此在认知计算作战决策系统中,可以通过多种传感器或装备(如有人/无人装备<sup>[42-43]</sup>)收集战场态势信息,并构建统一标准对信息进行初步处理分析,提高抓取非结构化和碎片化信息的效率。但由于战场情况复杂,即使对多源信息进行了标准化处理,仍可能存在部分模糊、混乱信息,因此需要对初步标准化后的信息进行进一步的处理和集成,包括数据清洗、数据融合、数据转换等技术,以确保数据的一致性和可用性。

2)如何提取外部表征(战场信息)并与认知模型关联实现认知计算?对于提取外部表征,可以通过视觉和图像传感器、数据接口或其他信息收集手段,实现视觉等信息表征的传递,并通过采集用户的生理信号识别人的认知表征;对于与认知模型关联,可以通过建立知识图谱、语义网络或其他形式的的数据结构来实现,以便系统能够根据外部表征进行认知计算。

### 3.3.3 认知计算作战决策系统在实际作战中的应用

利用认知计算作战决策系统实现人机混合智能决策的过程大致如下:1)获取战场信息,并对多源信息进行整合,得到有效的战场态势信息。2)系统提取外部信息表征和人的认知表征。3)选择认知模型并关联,将外部信息表征与人的认知表征一一映射。4)通过计算对比映射结果,得到认知模型结果。5)若结果无明显错误,指挥员结合自身认知或经验知识对结果进行一定干预,得出最终作战计划;若结果出错,指挥员及时干预,中止输出并重新关联认知模型。6)指挥员下达作战命令。人参与作战决策的部分步骤,并时刻监督系统的工作状态,在系统出错时及时干预。

在实际作战中,由于认知计算作战决策系统能够整合

足够多的有效的多源战场态势信息,且能够结合人的认知或经验知识实现决策过程,因此该系统适用于需要进行情报分析和战略规划的战斗情况。在情报分析中,即使指挥员不能直接到达战场获取情报信息,系统也可以通过信息层应用自然语言处理和图像识别等技术整合多源情报数据,进行情报分析和态势评估,以帮助决策者理解战场情况,预测敌方意图,并制定相应的作战计划;在战略规划中,系统可以结合多人的认知先验知识,利用决策支持工具,如决策树、风险评估模型等,进行军事战略的制定和规划,包括战略目标设定、兵力部署、军事力量投送等,帮助决策者制定长期的军事战略和战略调整。

总体来说,认知计算作战决策系统通常适用于决策者(指挥员)处于离战场较远的地方,如指挥部或军事战略分析中心,能够通过整合多源数据、全面分析战场情况和预测战场发展趋势,帮助决策者制定战略计划、评估战术选项和指导作战行动,基于情境分析和推理结果,提供在动态的战场环境中的多个决策选项和优化建议。该系统在提高作战效能、降低风险和优化资源分配等方面具有潜在的应用价值。

### 3.4 人在环外的任务型对话系统

#### 3.4.1 任务型对话系统总体架构

人在环外的人机混合智能决策系统的典型代表就是任务型对话系统。在任务型对话系统中,系统在收到用户的问题后,通过调用数据库和军事知识图谱,对问题进行解析处理,将结果进行文本化,输出问题答案并反馈给用户完成对话。同时针对表述不清或语义不清的问题进行多轮问答,将多轮问答的结果作为最终问答结果输出。整个对话系统一般由5个模块组成:语音识别、自然语言理解、对话管理、自然语言生成、语音合成。人在环外的任务型对话系统的整体架构如图7所示。

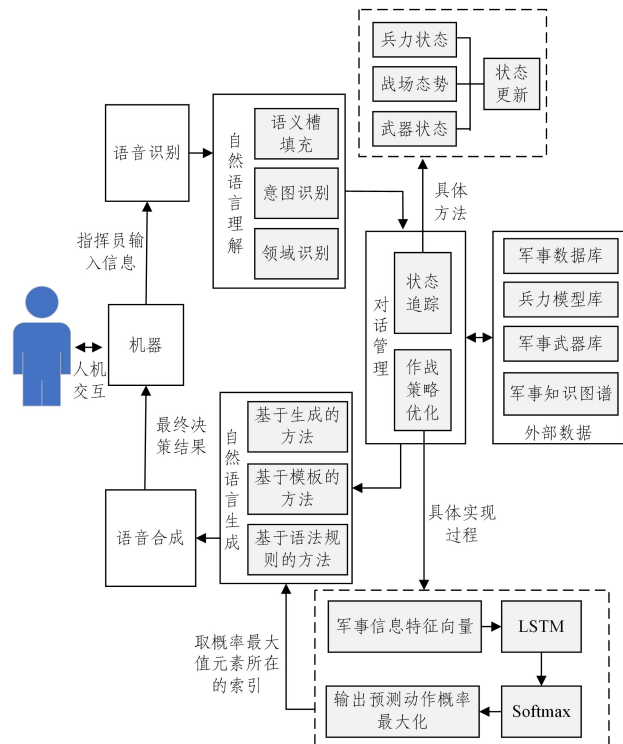


图7 任务型对话系统架构

Fig. 7 Architecture of task-oriented dialog system

#### 3.4.2 实际作战时的关键问题解决

在任务型对话系统的实现过程中,需要解决两个关键问题。

1)如何获取标注的作战相关数据?在对话系统中,不同的语言、不同的作战场景下,都缺少相应的标注数据,标注代价太大且数据质量不高的问题,大部分采用迁移学习<sup>[44-45]</sup>和数据增强技术来解决。在迁移学习中,充分利用对话系统中不同领域、不同语言、不同任务之间存在的共享知识训练模型,再将学到的知识直接迁移到目标任务,从而使用少量标注数据达到不错的效果;在数据增强中,利用非对话语料数据来增加训练数据<sup>[46]</sup>,辅助模型的训练。

2)如何实现对话系统的多场景泛化性?针对此问题,目前的主要解决方法是利用零样本学习<sup>[47]</sup>和多任务学习<sup>[48]</sup>等。在多任务学习中,通过分析多个任务之间的关联和差别,利用多个相关任务之间的共享信息和模型空间,将多个任务联合起来学习相关知识和共同特征,帮助对话系统适应更多的场景和实时任务;在零样本学习中,利用类别之间的相同映射关系和特征语义空间的类同,将人与机器之间的对话当作标签分类,能够提高对话系统在不同领域和场景之间的应用泛化结果。

#### 3.4.3 任务型对话系统在实际作战中的应用

在实际作战中,任务型对话系统能够通过自然语言交互来解决特定的作战任务和提供相应的服务,并具有泛化性,因此该系统适用于多个应用场景,如需要情报收集和远程指挥控制的作战场景。在情报收集和查询中,系统能够根据指挥官或决策者的需求,收集和查询相关的情报和数据。通过对话交互,决策者可以提出问题或请求,系统会解析并提供相应的情报、数据或解答。在远程指挥与控制中,系统可以作为指挥与控制分系统的一部分,与指挥官进行对话,帮助指挥员实施作战指令和控制作战力量。指挥员可以通过对话与系统进行指挥交流、请求支援或调整战术部署。

总体来说,任务型对话系统适用于期望解决某个特定任务的决策者(指挥员),作为助手在各种环境中为其提供实时的情报查询、问题解答、指挥控制指令的执行和决策支持。决策者可以通过对话与系统进行交互,了解最新的情报分析结果和态势评估;同时,任务型对话系统可以实时响应用户的指令和问题,并在使用过程中根据用户的反馈和需求,不断改进对话交互的质量和准确性。在对话系统安全性和机密性未遭受破坏时,系统的应用可以提高作战指挥和决策的效率和准确性,减少人为误判和延误,提高作战效能和决策质量。

## 4 问题与思考

当前人机混合智能决策的研究主要存在3方面的问题:1)人工为主。相对于西方发达国家,我国的人机混合智能决策系统建设起步较晚,对战前规划研究大多是静态方案的评估优化,对实时动态智能规划目前多依赖于人工,智能系统辅助的模式与国外仍存在较大差距;此外,由于当前的算法设计难以同时满足对战场信息的完整表述和充分发掘,在利用战场信息训练算法模型时仍需要大量人工的辅助和参考,

否则难以获得较高的可靠性。2)模板固定。目前国内的研究大多基于机器推荐和关键字搜索的方法来翻译和记录指挥员的战略战术,但这些方法相较于人仍相对死板和固定,在面对灵活的实际任务时很有可能发生失配和错漏,难以满足战略战术和自然语言传达的复杂要求。3)场景简单。目前国内研究和开发的决策系统大多只针对某个特定任务,缺乏统一通用的技术标准,难以移植到其他任务中,形成的“烟囱式”的技术架构造成了资源和人力的浪费,应对复杂任务和场景的能力不足。

在人机混合智能决策系统的建设中,同样存在3个方面的问题:1)系统理论不够深入。目前国内有关决策系统的理论成果虽然较多,但大多集中于如何求解特定决策问题,缺乏针对时间和空间等多维因素的理论技术手段,决策过程较为繁琐,且缺乏针对任务规划的基础理论,难以为作战系统建设提供有力支撑。2)系统应用泛化性较低。目前的决策系统大多只针对某个特定场景完成决策任务,但遇到未出现过的场景或者未训练过的任务时,系统的应对能力不足,决策结果准确性存疑,难以满足实际作战场景中复杂多变的环境和实时需求,泛化性较低。3)系统建设缺乏统一标准。目前的决策系统大多是独立研发的,缺少统一的数据、接口和交互操作标准,缺少通用的平台、技术和规范,难以形成完整的系统体系,无法有效应对信息化战争下联合作战的需求。

综上,面向国外人机混合技术发展的竞争与威胁,研究人机混合智能决策的新模式,推动一体化、系统化的人机环境体系,是我国军事技术与理念不落于人、在未来取得领先的重要基础。因此在之后的研究中,可从以下几方面加强人机混合智能决策范式的研究和作战应用。1)构建军事作战通用数据模型。针对军事数据来源广泛、数据库表示形式多样、数据间的关系无层次及明确的逻辑关系等数据问题,应该依据不同数据的特征设计针对方法,从作战目标数据集和作战能力体系数据集出发,着重研究面向典型作战任务和敌作战能力数据的知识获取技术,利用实体关系抽取、属性抽取、知识推理、统计学习等方法,将多个数据源抽取的知识进行跨域语义融合,实现知识图谱的自动化补全,形成标准统一的知识库,构建一体化的实体关系表示模型。2)探讨新型交互方式。针对系统依赖人工、学习成本较高、应用场景简单且单一等问题,可以通过设计新型交互方式,加上自然语言处理、机器学习等相关技术,实现指挥员自然语言命令输入的有效理解,并实现指挥员指令向机器可理解输入的转化,提高系统对指挥员意图的响应速度。并基于构建的军事知识图谱和知识库网络,结合语义搜索技术和军事先验知识,通过分析当前作战任务与以往任务语义相似性,帮助系统更快地适应当前环境并应用于不同的场景。3)深化人机混合机理。针对人机分工细致性不足、人和机器的信息接收存在延迟误差等问题,需要将人的思维灵活性等特点与机器处理的高效性等特点进行更进一步的深入融合,充分发挥机器的逻辑推理和人的创新认知能力,实现科学合理的分工,充分利用、结合人机各自的优势。最后通过构建人机混合回路,结合深度学习、人工智能等技术,提高人机混合智能决策系统的智能化水平,从而在复杂任务和场景下更好地完成任务。

**结束语** 本文首先介绍了机器智能和人类智能的优缺点,然后阐述了人机混合智能决策的概念和决策过程。在此基础上从两个方面介绍和分析了人机混合智能决策范式,包括不同协同交互手段(物理人机交互、认知人机交互)和不同决策阶段(人在环内、人在环上和人在环外)。此外,针对不同决策阶段划分的3个范式在作战中的应用,分别介绍了各自典型的作战决策系统的系统架构和关键问题,包括人在环内的人机共生作战决策系统、人在环上的认知计算作战决策系统、人在环外的任务型对话系统。当前人机混合智能决策及决策系统的研究仍然存在一定问题,包括人工依赖、模板固定、理论不够深入、应用泛化性较低等,因此,今后的研究可以从构建军事作战通用数据模型、探讨新型交互方式、深化人机混合机理等方面来进一步提高人机混合决策准确性和决策系统性能。

## 参 考 文 献

- [1] SUN Y X,ZHOU X Z,XU S,et al. Research on human-machine hybrid model of intelligent command and control system [J]. Firepower and Command and Control,2020,45(12):80-86.
- [2] WU Z H,ZHENG N G. Hybrid intelligence:a new direction for artificial intelligence[J]. Newsletter of China Computer Society,2012,8(3):59-64.
- [3] TSAROUCHI P,MAKRIS S,CHRYSSOLOURIS G. Human-robot interaction review and challenges on task planning and programming[J]. International Journal of Computer Integrated Manufacturing,2016,29(8):916-931.
- [4] LIN P Y,XIA Y M,CAI S T,et al. Multi-robot cooperative map construction based on visual SLAM [J]. Experimental Technology and Management,2022,39(2):87-94.
- [5] CENG C. Research on human-robot skill transfer technology [D]. Guangzhou:South China University of Technology,2019.
- [6] SHEN S L,HUANG X,ZHU R Z,et al. Development of universal industrial robot teaching device based on Linux system [J]. Machine Tool and Hydraulic,2021,49(3):63-68.
- [7] BAI K,WANG L. Cloud platform simulation of intelligent control system of picking robot based on Simulink [J]. Agricultural Mechanization Research,2021,43(8):225-229.
- [8] YANG D H,FANG W,SHU H. Civil Aircraft Cockpit Simulation Platform Based on Mixed Reality Technology [J]. Civil Aircraft Design and Research,2023(4):13-20.
- [9] VARGAS J,IMPATA B,GIL P,et al. 3DCNN Performance in Hand Gesture Recognition Applied to Robot Arm Interaction [C]//Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods (ICPRAM). Prague, Czech Republic,2019:802-806.
- [10] FENG Q. Multi-objective optimization based on improved particle swarm optimization and its application [D]. Beijing:University of Science and Technology Beijing,2022
- [11] TANG Q R,XIA G C,XU C F,et al. Design of man-machine interaction system for teleoperation of space manipulator [J]. Journal of Command and Control,2022,8(3):278-285.
- [12] ROSHDY A,AL KORK S,SAID S,et al. A wearable exoskele-

- ton rehabilitation device for paralysis—a comprehensive study [J]. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 2019, 4(1):17-26.
- [13] HAMAYAM, MATSUBARA T, NODA T, et al. Learning assistive strategies for exoskeleton robots from user-robot physical interaction [J]. *Pattern Recognition Letters*, 2017, 99 (nov. 1): 67-76.
- [14] ZHANG R X, ZHANG X S, GUO Y, et al. Gesture recognition and analysis based on surface electromyography [J]. *Medical Biomechanics*, 2022, 37(5): 818-825.
- [15] HUANG Q Y. Research on Multi-modal human-machine Interface and Its Application for Disabled Persons [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2019.
- [16] WANG Y L, QIU J, HUANG R, et al. Human-machine collaborative intelligent system and its clinical application [J]. *Journal of University of Electronic Science and Technology of China*, 2020, 49(4): 482-489.
- [17] MISKOVIC N, BIBULI M, BIRK A, et al. CADDY—Cognitive Autonomous Diving Buddy: Two Years of Underwater Human-Robot Interaction [J]. *Marine Technology Society Journal*, 2016, 50(4): 54-66.
- [18] ZHU G M. Research on feature extraction and classification method of multimodal brain-computer interface based on EEG and fNIRS [D]. Hangzhou: Hangzhou Dianzi University, 2017.
- [19] MUSIĆ S, HIRCHE S. Control sharing in human-robot team interaction [J]. *Annual Reviews in Control*, 2017, 44: 342-354.
- [20] CHEN Y N, PU Z X, ZHENG Z N. A new vascular interventional surgical robot with force detection mechanism [J]. *Journal of Engineering Design*, 2023, 30(1): 20-31.
- [21] DU Y C, SUN Y. Design of a bionic multifunctional robot for helping the disabled [J]. *Progress in Biomedical Engineering*, 2020, 41(1): 15-17.
- [22] SYCARA K, LEBIERE C, PEI Y, et al. Abstraction of analytical models from cognitive models of human control of robotic swarms [C] // 13th International Conference on Cognitive Modeling (ICCM 2015). University of Pittsburgh, 2015: 13-18.
- [23] STEWARTA, MING C, NEDIC A, et al. Towards Human-Robot Teams: Model-Based Analysis of Human Decision Making in Two-Alternative Choice Tasks With Social Feedback [J]. *Proceedings of the IEEE*, 2012, 100(3): 751-775.
- [24] ZHANG D, WANG M Y, TANG S. Task-oriented autonomous decision-making technology for UAV cluster [J]. *Journal of Command and Control*, 2022, 8(4): 365-377.
- [25] BAI Y F, WU H Z, LIU J H, et al. Structural design and simulation of a wearable lower limb exoskeleton robot [J]. *Wool Spinning Technology*, 2021, 49(7): 68-74.
- [26] SHENG M, LIU S Q, WANG J, et al. Real-time identification of motion intention of intelligent lower limb prosthesis based on improved template matching [J]. *Control and Decision*, 2020, 35(9): 2153-2161.
- [27] HE R, ZHAO X C, YANG Y B, et al. Co-driving model based on driver's risk response mechanism [J]. *Journal of Jilin University (Engineering Edition)*, 2021, 51(3): 799-809.
- [28] ZHANG J P, LI Z J. Q2SM: BERT-based multi-domain task-based dialogue system state tracking algorithm [J]. *Journal of Chinese Information*, 2020, 34(7): 89-95.
- [29] WANG H W, LIU C Y, LI L, et al. Research on trajectory tracking control of unmanned vehicle based on efficient NMPC algorithm [J]. *Automotive Engineering*, 2022, 44(10): 1494-1502.
- [30] CHEN Y G, HUANG Q, WU T Q. Research on the mobile assistant platform for the elderly based on MDM protocol [J]. *Science and Technology Wind*, 2021(24): 3-4.
- [31] ADAM C, LIANG R P, WU H, et al. Human-machine symbiosis operational decision-making system: development vision and key technologies [J]. *Firepower and Command and Control*, 2022, 47(7): 1-6.
- [32] LI Y, CUI R, YAN W, et al. Long-term adaptive informative path planning for scalar field monitoring using cross-entropy optimization [J]. *Science China Information Sciences*, 2019, 62: 1-3.
- [33] LIANG X, ZHAO H, LI X, et al. Force tracking impedance control with unknown environment via an iterative learning algorithm [C] // 2018 3rd International Conference on Advanced Robotics and Mechatronics (ICARM). IEEE, 2018: 158-164.
- [34] HUANG Q, LAN J, LI X. Automatic ultrasound scanning system based on robotic arm [J]. *Sci. China Inf. Sci.*, 2019, 62(5): 50211:1-50211:3.
- [35] ZHOU Y. Research and application of dynamic multi-objective evolutionary optimization based on prediction [D]. Lanzhou: Lanzhou University of Technology, 2021.
- [36] XU H, SONG B L, JIANG L, et al. An intelligent decision-making algorithm for anti-interference resource allocation in communication [J]. *Journal of Electronics and Information*, 2021, 43(11): 3086-3095.
- [37] LIANG D, SUN N, WU Y, et al. Trajectory planning-based control of underactuated wheeled inverted pendulum robots [J]. *Science China Information Sciences*, 2019, 62: 1-3.
- [38] HU Z Z, YUAN W L, LUO J R, et al. Decision-making algorithm for combinatorial optimization problems with multi-optimal solutions [J]. *Journal of National University of Defense Technology*, 2022, 44(3): 31-40.
- [39] MA X L, CHEN X, LEI Y Y. Research on A\* algorithm of UAV route planning based on data link [J]. *Electro-optic and Control*, 2009, 16(12): 15-17.
- [40] WANG H N, ZHANG X M. Research on path planning of multi-AGV system in human-machine mixed environment [J]. *Logistics Engineering and Management*, 2018, 40(6): 88-90.
- [41] WU L H, LONG H X, FENG J P. Research on cognitive learning mechanism and calculation model of intelligent machines [J]. *Electronic Technology and Software Engineering*, 2021(21): 106-109.
- [42] LI W, CHEN J. Review and prospect of cooperative combat of manned aircraft/unmanned aircraft mixed formation [J]. *Aerospace Control*, 2017, 35(3): 90-96.
- [43] LIU B. Research on the concept and technology of manned/unmanned cooperative formation on the ground [J]. *Cruise Missiles*, 2018(10): 29-34.

- [44] YU J, QIU M, JIANG J, et al. Modelling domain relationships for transfer learning on retrieval-based question answering systems in e-commerce[C]//Proceedings of the Eleventh ACM International Conference on Web Search and Data Mining. 2018: 682-690.
- [45] ZHOU J Y, WANG S T. Multi-source Online Transfer Learning Algorithm for Imbalanced Data[J]. Journal of Frontiers of Computer Science and Technology, 2023, 17(3): 687-700.
- [46] VIJAYAKUMAR A K, COGSWELL M, SELVARAJU R R, et al. Diverse beam search: Decoding diverse solutions from neural sequence models[J]. arXiv:1610.02424, 2016.
- [47] CHEN Y N, HAKKANI-TÜR D, TÜR G, et al. End-to-end memory networks with knowledge carryover for multi-turn spoken language understanding[C]//Interspeech. 2016: 3245-3249.
- [48] QIAN J, HUANG R T, ZOU B W, et al. Generative reading comprehension based on multi-task learning [J]. Journal of Chi-

nese Information, 2021, 35(12): 103-111.



**DING Yanyan**, born in 1999, postgraduate. Her main research interests include machine intelligence, multimodal learning and object detection of UAV.



**LIU Fan**, born in 1988, Ph.D, professor, is a member of CCF (No. 63762S). His main research interests include computer vision, pattern recognition and machine learning.

(责任编辑:何杨)

## CCF YOCSEF 郑州特别活动:如何提升 CCF 服务新质生产力的能力

2024年5月10日下午,由CCF主办,CCF YOCSEF 郑州学术委员会承办的特别活动——“CCF 如何推动人工智能赋能新质生产力发展”在郑州黄河迎宾馆举办。主要讨论如下问题:“面对新形势下的挑战,CCF 该如何不断自我革新,捍卫学术高地,确保始终引领潮流”、“CCF 的服务模式是否已经过时了?”

本次活动邀请了 CCF 秘书长唐卫清、CCF YOCSEF 郑州 AC 委员,以及来自高校、科研院所和企业界的相关专家学者 40 余人。本次活动采用“行动学习+世界咖啡汇谈”的组织形式,为与会者提供了一个轻松而有深度的交流平台。世界咖啡汇谈执行主席由 CCF YOCSEF 郑州候任副主席穆清和候任学术秘书单芳芳担任,线上主席由 CCF YOCSEF 郑州候任 AC 委员穆辉宇担任。

活动流程分为破冰→澄清→解决方案→行动计划四个阶段。活动伊始,执行主席穆清介绍了近年来 CCF 与其他学术团体的一些数据对比,引导与会嘉宾进入主题。与会者被分成 6 个小组,各组内首先选出组长。在随后的破冰环节,与会嘉宾在组内进行一句话自我介绍,由执行主席单芳芳在地图上标记嘉宾所在城市。

接下来的澄清环节,与会嘉宾围绕 CCF 在推动人工智能赋能新质生产力发展方面最亟待加强的短板弱项进行了深入分析和讨论,并列出了问题清单。最终,大家共创了 CCF 在推动人工智能赋能新质生产力发展方面存在的 6 个主要问题:1)圈外宣传不足;2)CCF 缺少对国家重大战略项目的主导;3)CCF 对高校 AI 类学生的吸引力、影响力不足;4)会员归属感不强;5)与政府联系不够;6)产学研合作平台能力弱。

解决方案环节中,通过集思广益和轮桌讨论,大家根据对解决方案的认可度和想让方案真正落地的意愿度进行投资,经过激烈的讨论和投票,最终针对 6 个问题评选出了现场最支持的建议。结果如下:

1. 圈外宣传不足:举办跨领域学科竞赛;策划爆点、打造网红 IP。

2. CCF 缺少对国家重大战略项目的主导:设立专项基金,与国家相关部委合作,发布联合重大项目,聚焦对 AI 基础技术研发及重大领域应用的稳定支持。

3. CCF 对高校 AI 类学生的吸引力、影响力不足:结合头部企业组织或协办 AI 类竞赛,同时推动学生就业;使用新媒体手段(B 站、抖音、微信推送等),向学生推送 CCF 活动信息。

4. 会员归属感不强:明确会员权益,包括经济效益和学术资源;深入活动交流,同层次(高校类学生团体)和不同层次(世界咖啡模式)提高参与感(会议活动)、荣誉感(证书奖项)和获得感(收获反馈)。

5. 与政府联系不够:加强组织合作宣传,包括政策信息获取,举办跨省市/跨分部论坛、聚焦政策重点组织主题会议、邀请政府人员参会、搜集产业需求向上反馈。

6. 产学研合作平台能力弱:CCF 促进校企定向培养,帮助学生会员进入企业,可采用揭榜挂帅模式。

在行动计划环节,每位与会嘉宾都认真撰写了自己的行动计划,签名后贴在引导布上。这些行动计划在下一届黄河论坛上进行展现和成果检验。

活动最后,CCF 秘书长唐卫清对本次活动的总结,他认为此次活动对未来推动和改进 CCF 的工作有一定启发和借鉴意义。本次活动针对 CCF 当前面临的问题进行深入讨论,提出了一些解决方案,每个人也都制定了行动计划。通过所有参会嘉宾的共创,活动输出建议 CCF 下一步加强内部建设和对外宣传,更好地服务于会员和社会,通过不断探索和创新,为推动人工智能赋能新质生产力的进步和发展做出更大贡献。