

六、人工智能与智能装备

1. 自主移动机器人环境感知技术

项目概述

自主移动机器人环境感知技术主要实现全方位环境感知、目标识别与跟踪、智能决策技术，所研究的机器人平台采用开放式结构，配备了超声波、双目视觉、全景视觉、姿态检测、无线传输等多种传感器，为机器人环境感知、自主导航及控制、目标识别及定位、远程现实及遥自主控制等关键技术的研究及验证提供了丰富的基础平台。

本技术已经成为国家迫切需求的关键技术，已经成为国内外相关领域高技术竞争的热点，其研究成果可以广泛的应用于无人自主移动平台、无人车、无人机、无人艇等智能决策及环境感知领域，是智能科学技术领域保持形成具有自主知识产权的核心技术基础，是高科技发展和社会进步的客观需求，更是在未来高技术竞争的关键。

项目成熟情况

该产品技术成熟，目前已经具有成品样机。

应用范围

无人自主移动平台、无人车、无人机、无人艇等智能决策及环境感知领域。

2. 室内大场景自主移动智能机器人平台

项目概述

目前，国内外已经研发了多种室内外移动机器人，包括家用服务机器人、医疗服务机器人、饭店酒店服务机器人等。但多数室内移动服务机器人缺乏灵活自主移动能力、适应复杂环境的能力、与人类自然交互的能力，以及对环境的自然理解能力。

目前人工智能在机器视觉尤其是人脸识别、语音识别、图像分类等方面的应用取得较大突破，以大数据结合深度学习为基础的人工智能技术模式在电子商务、机器翻译等方面的应用取得成功。但目前但目前多数机器人搭载的机器视觉

属于初级感知技术的专用系统，只能用一种方法分析处理一种事物，通用性差。

本项目致力于实现基于机器视觉和多传感器融合导航机理的通用移动机器人智能导航、环境感知及理解系统，实现了机器人自主探索导航，能够克服室内移动机器人目前缺乏自主性的问题，使机器人可以自适应室内非结构、未知等复杂环境并自主灵活运动。机器人可以自主探索数百到数千平米范围的室内场景。该系统属于一种用于室内及非结构化、封闭或半封闭空间环境下的通用移动机器人平台。

平台主要分三个层次：

(1) 基于机器视觉与多传感器融合的移动机器人定位、导航与规划融合技术

以机器视觉为核心，利用低成本的视觉融合方法解决空间中智能设备的感知、定位、导航、规划等应用问题，结合多传感器融合导航技术，通过将机器视觉与导航算法融合实现机器人同步定位与地图生成、避障、定位、规划等功能，实现室内机器人自主导航：

(2) 基于机器视觉的嵌入式环境感知与自然交互技术

可以同时识别多种物品、人体、环境场景，可通过语音识别、人脸及情绪识别、手势识别等系统，实现主动识别环境场景的同时，实现与人自然交互；

(3) 基于机器视觉与类脑认知的复杂非结构化大场景自主移动与理解技术

利用机器视觉，结合类脑认知技术与方法，实现机器人复杂非结构化大场的自主移动、适应、理解。

项目成熟情况

技术成熟度 6 级, 形成原型样机并证明可行。

应用范围

适用于各类小型地面移动机器人，包括家庭、医院、酒店、商场、仓储中心、高铁车站、飞机场、广场、大型商场购物中心等场所，以及包括桥梁、船舶、大飞机等半封闭、封闭环境下无人机导航与任务执行。可用于实现安防巡逻、广告、送货、清洁等任务的各种移动机器人。

3. 全景视觉监控系统

项目概述

该产品由全景视频传感器部分、视频图像采集部分、光纤传输部分和监控室显示部分组成，成像视场范围大于半球（ $360^{\circ} \times 180^{\circ}$ ），实时性好，结构紧凑，不需要附加随动系统。具有分辨率高、稳定性好、易维护、易操作等特点，具有现行监控设备（视角窄，云台故障率高）等无法比拟的优点，使得全景视觉系统非常适用于视频监控、远程会议、远程虚拟现实和机器人等应用领域。

全景视觉监视设备工程，经过技术人员的多次交流论证，结合现场情况，遵循有关行业公共设施安全防范工程设计规范，结合多年从事监控报警系统工程的设计、安装、调试和服务的实践经验和体会，本着适用、经济、稳定、可靠的原则，最大限度保护现有设备投资情况下，提出全景视觉监视设备的设计方案，构建一套功能完整、规范严密、实时高效的全景视觉监视设备平台。

项目成熟情况

该产品在国内属于技术领先，具有自主知识产权。

应用范围

视频监控、远程会议、远程虚拟现实和机器人等应用领域。

4. 胚芽米全自动加工及智能控制技术

项目概述

胚芽米又叫留胚米，是指胚芽保留率在 80%以上，并符合大米等级标准的精米。普通大米由皮层（糠）、胚乳、胚芽三部分组成。大米皮层（糠）难以消化且口感不好，所以加工时一般需要将其去除。胚乳是稻米的主要组成部分，含有大量的淀粉和蛋白质，是加工过程中的传统保留对象。胚芽作为稻米的初生和分生组织，是谷物生理活性最强的部分，占米粒总质量的 2%~3.5%，是大米的营养精华部分，大米胚芽所含营养成为占大米总营养成分的 70%以上，国外专家称其为“天赐营养源”。

我国是水稻生产大国，水稻种植面积位居世界第二位，水稻总产量连续多年稳居世界第一。据统计，全国有三分之二的人口以大米为主食。水稻是我国最为

重要的生物资源之一，对其进行深度加工，高效转化，得到合理、有效全面利用，延长产业链，提高生产资源利用度，大幅提高大米加工业与农业产值的比值，对于国计民生和可持续发展至关重要。

当前国人的膳食水平不断提高，以前只要求“吃的饱”的时代已经过去，取而代之的是“吃出营养和健康”的时代。

目前国内在售的胚芽米品牌大约 60 多个，而且生产加工销售胚芽米的厂家还在不断高速增长，仅在黑龙江五常一地，胚芽米加工企业就有数十家。可以预见在 2-3 年之后，胚芽米的营养价值会完全被国人接受并认可。

在国人大米饮食习惯变革的前夜，非常有必要及早占领胚芽米加工技术及理论的学术制高点。高品质胚芽米加工技术及其理论研究目前国内还处于空白，随着胚芽米饮食习惯的改变，胚芽米加工相关研究势必会成为行业和学术热点。

目前，研究能够生产胚芽米的新一代加工技术已经成为国际大米加工行业的热门课题，而我国胚芽米加工设备的研究尚处于起步阶段，技术不完善，缺乏对实际生产有指导价值的理论及技术依据。因此，研究新型碾米工艺、设计胚芽米全自动智能加工设备，对于提高我国胚芽米加工技术有重要意义。

本技术面向大米饮食习惯发展变革的趋势，针对国内胚芽米加工技术的瓶颈，研发新一代的胚芽米加工技术，实现加工工艺、检测方法、控制技术的突破。

主要专利：

胚芽米精磨机 ZL201220663564. X

稻谷碾白机 ZL201420261900. 7

胚芽米精磨加工机 201210517676. 9

立式胚芽米机 201410713113. 6

项目成熟情况

已经解决了低温升-高完整度胚芽米精磨技术等一系列关键技术，技术指标达到：留胚率大于 99%；胚芽完整度大于 90% 胚芽米仍具有活性（可以发芽）。已经得到黑龙江省技术监督研究院、北京谱尼等权威机构检测认证。项目目前已开发出第三代生产设备，该样机实现了胚芽米加工的核心工艺的突破，正在进行自动化和智能化升级改造。

应用范围

粮食精深加工等领域。

5. 四旋翼无人机

项目概述

四旋翼无人机,采用自主开发设计的自动驾驶仪,软件控制系统、地面控制站。

主要技术指标:机身尺寸:60cm(电机轴距),翼长:300mm,机身高:260mm,有效载荷:300g,起飞重量:1150g,巡航速度:50km/h,飞行高度:1500m,续航时间:20-25 min,最大抗风:5级,起降方式:垂直起降,图像传输:1.2G微波图像传输电台,数据传输:900M半双工数传电台,动力:6节锂离子电池。

遥控和自主飞行模式可选。可携带摄像装置及小型探测设备,完成情报侦察、地形探测等任务。

项目成熟情况

技术成熟,可推广应用。

应用范围

边境监控、侦察,森林火灾预警,农业生产,地质勘探测绘,地形图测绘(DOM、DEM、DLG)、旅游景区管理,大型地址公园管理,三维(VR)系统底图,甚至扩展到农林作业、矿产探测、交通管理、广播广告、应急监测、犯罪高发区监测服务、暴动监测,公安、武警反恐、犯罪现场侦察勘探等方面。

6. 测绘航拍型固定翼中小型无人机

项目概述

全自主研发的飞行控制系统,软件控制系统,地面控制站。

主要技术指标:

翼展:2600mm,机身长:1800mm,有效载荷:4200g,最大推力:9000g,起飞总重:11000g,巡航速度:50-110km/h,飞行高度:100-2000m,续航时间:90-160min,最大抗风:7级,起降方式:滑跑起降或弹射/伞降。

项目成熟情况

技术成熟,可推广应用。

应用范围

边境监控、侦察，森林火灾预警，农业生产，地质勘探测绘，地形图测绘（DOM、DEM、DLG）、旅游景区管理，大型地址公园管理，三维（VR）系统底图，甚至扩展到农林作业、矿产探测、交通管理、广播广告、应急监测、犯罪高发区监测服务、暴动监测，公安、武警反恐、犯罪现场侦察勘探等方面。

7. 基于深度学习的交通信号灯拥堵自动控制

项目概述

交通灯智能控制配时方法针对传统信号灯配时不灵活、无法适应雨雪等天气情况或修路等突发情况对交通造成影响、需铺设线圈等造价昂贵等问题，提出一种考虑了城市交通高度动态性、随机性和不稳定性，基于模糊逻辑构建训练集、搭建并训练深层 LSTM 神经网络实现城市交通流量预测的模型系统。该智能系统具有以下特点：

（1）历史交通流量分析+在线学习能力。系统能自主学习城市级大规模交通信号灯通行、拥堵情况，通过 LSTM 深度学习建立交通流模型，进行历史大数据分析，根据当天天气情况，系统分时段地、精确地对信号灯进行配时。预测准确率超过 99%。

（2）在线预测及无人值守的智能自修正能力。系统根据当前车流情况来预测、调节下一周期信号灯时长。通过设计的物联网架构，远程将配时策略下发信号灯；系统建立强化学习模型，能感知获取道路状况、突发情况等，进而动态地优化信号灯配时策略，使信号灯更像人脑智能。

（3）结合车联网 V2X 通信技术实现多信号灯协同控制。局部区域信号灯智能联网，运用多 Agent 强化学习达到信号灯联动效果，平衡交通流在时空分布，有效地缓解城市交通拥塞。

项目成熟情况

该方法完成仿真实验，具备在小规模信号灯及其覆盖区域进行小试的能力。

应用范围

交通灯智能控制配时方法对交通管理运输及出行等领域进行全过程管控支撑，使智能交通系统在区域范围具备感知、互联、预测、控制等能力，充分保障

城市交通安全，提升交通运行效率和管理水平。

8. 通用智能工业控制平台

项目概述

本项目设计的通用智能工业控制平台包含了传感器、CAN 通信、控制于一体，同时具有人机交互的功能。此平台可应用在多种工业控制场景中，具体的应用根据系统外接的传感器通过自行编程实现工业控制。

智能工业控制平台由主控板、显控板和触摸屏三部分组成。主控板硬件模块包含主控 CPU 模块、电源管理模块、12 路继电器开关量输出模块、12 路模拟量输入转换模块（7 路 4~20mA 输入，5 路 PT100 三线制温度传感器输入）、2 路 PWM 输出模块、3 个独立 CAN 信息处理模块、8 路开关量输入模块。显控板和触摸屏完成人机交互功能。

电源管理模块可以将输入的 24V 电压转换为 5V 及 3.3V 电压，并且该模块可以对接入的电源进行保护，防止输入的电源电压不稳或电源接反后对整体电路产生损坏。

12 路继电器输出模块是由主控芯片控制继电器输出开关量，可以输出开关量的电压范围是 0VDC~32VDC，最大电流是 0.5A。该模块电路提供接反保护及浪涌吸收保护，并带输出状态指示灯。

模拟量输入模块电路可以将外接传感器产生的 4~20mA 电流转换电压后通过模数转换采集到 CPU 中进行处理。

PWM 输出模块电路可以输出任意频率的 PWM 信号，该模块电路有 2 路 PWM 信号输出，用来给外界设备提供 PWM 信号。

CAN 信息处理模块电路可以将接收到的 CAN 信息转换为数据信息，也可将电控板中的数据信息转换为 CAN 信息，能够让智能工业控制平台通过 CAN 总线与外接设备进行通信。

开关量输入模块电路在输入 4mA 时的额定电压为 26VDC，连续允许输入电压 32VDC，该模块电路提供短路保护及输入状态指示。

人机交互模块由 1 块 5 寸触摸屏（分辨率 800×600）和 1 块显控板组成，与主控板之间采用 RS485 通信。显控板提供 8 个按键输入接口、2 路 RS485 接口和 1 路触摸屏接口。触摸屏显示被控设备的运行参数，也可通过触摸屏或者按键

完成对被控设备的控制操作。

技术特点：

(1) 可人机交互：系统的所有控制参量可人为设置并显示。

(2) 可重构：系统属于控制平台，可完全自行编程实现不同的功能。

(3) 可扩展：平台连接传感器接口符合国际电工委员会(IEC)规定的过程控制系统用模拟信号标准，所有产生 4~20mA 电流信号的传感器均可与平台传感器接口连接。通信接口使用的总线协议是 CAN2.0B 总线协议，该总线协议已成为嵌入式工业控制局域网的标准总线。控制接口使用继电器连接外接设备进行控制。还可产生 PWM 信号控制外接电机设备的转速。可以根据需要，扩展 Modbus 总线或者 Profibus 总线，可以替代 PLC，作为工业设备的控制核心。

(4) 可检测：可以使用模拟测试系统对智能工业控制平台的各项性能进行测试并显示出智能工业控制平台的运行状态及相关参数。

项目成熟情况

该项目在经过前期的基础研究阶段和试生产阶段，现已产品定型，进入批量生产阶段。

应用范围

(1) 农业种植温湿度监控

农作物的生长对于温湿度要求比较严格，温湿度的把握也是农业种植中比较重要的一个关键点，不同的作物在不同的生长时期需要不同的环境温度和湿度。智能工业控制平台搭载温湿度传感器可以检测和显示作物生长环境中的温湿度情况。

(2) 畜牧养殖环境检测

动物养殖需要适宜的温湿度环境，温湿度的舒适程度直接影响动物生长的速度和后来肉制品的质量。智能工业控制平台搭载温湿度传感器和氨气、CO₂、H₂S 传感器所组成的动物养殖监控系统能够有效地检测和控制动物养殖环境的参数变化。使得动物能够在舒适的环境中茁壮成长。

(3) 药品、烟草储存的空气环境监测

药品、烟草的储存需要在干燥的空气环境中进行，干燥低温的环境有利于药品和烟草的长时间保质。智能工业控制平台搭载温湿度传感器组成的监控系统能

够有效的监测药品仓库和烟草仓库里温度和湿度的变化，并且能够将仓库内的温湿度控制在药品、烟草保存要求的范围内，使得它们能够得到长时间的保存。

（4）工业生产环境监测

对工业生产中涉及到的温度、湿度、压力、流量等参数，可以进行实时监测，并根据设定的门限值，控制生产设备的运行，同时可以显示报警。

以上只是部分工业应用领域举例，其应用不限于以上几个方面。其重要优势可以代替当前高端 PLC 的应用场合，且接口丰富，功能灵活。

9. 宽带数字接收机

项目概述

随着电子通信领域的迅速发展，频谱资源的安全与有效利用，越来越受到国家与社会的关注。目前无线电管理委员会、公安等监管机构所采用的设备大都是国外通用仪器仪表，无法满足目前日益变化的社会环境，而此成果的应用将使得国内各类监管机构可以在自有平台上开发与应用更加灵活的软件，以应对各种新的频谱安全与管理问题，例如无人机导航与通信频段监控、探测非法伪基站频段和探测考试作弊器等。除此之外，在测试测量领域此类接收机也应用较广，例如在核物理测试领域，基本被国外通用仪器仪表公司所把持，采用多通道示波器搭建，通道误差校正效果较差。此成果可替代国外同类型产品，并可定制化生产，实现多通道高速采样，减少通道误差

本宽带数字接收机具有多通道、高采样率和多级信道化等技术特点，通道误差达为皮秒级、采样率可 3GHz，多级信道化可提高接收灵敏度。本成果成熟度较高，技术含量高，受到甲方单位的高度好评，填补了国内技术空白，可以替代国外同类型产品。

项目成熟情况

该产品已经经过多个场合试验，已经可以达到产品应用的水平。

应用范围

电子侦察、频谱安全与管理、测试测量等领域。

10. 基于深度学习的水下复杂环境感知关键技术研究

项目概述

海洋信息的获取、传输、处理和融合，不仅在海洋科学研究、环境调查、资源开发、权益维护和安全范围中发挥重要的作用，也因其应用环境的特殊性而成为信息科学研究的热点之一。本项目研究立足于目标探测与识别的需求，从复杂水下环境目标探测与识别，多源态势信息集成与关联两个方面着手，提出复杂水下环境目标感知与信息处理的新技术和新方法。提出基于深度学习的目标检测方法，实现快速检测、快速发现，为决策提供更多的时间；针对由于目标数据的缺乏，形成的识别模型存在稳定性差的问题，基于相容性检测与迁移学习的机理，研究复杂水下环境目标识别稳定性的新方法，增强目标识别的可信性；研究并提出一种态势信息空间模型，实现海洋环境信息、目标综合信息、水下监测网信息、互联网情报等信息的集成，为态势认知过程提供丰富的数据基础；以目标检测与识别为中心，提出一种基于目标的关联映射模型，为强化感知与识别的可靠性提供数据处理方法和手段。

项目成熟情况

基础研究阶段。

应用范围

水下目标识别。

11. 卫星自适应抗干扰天线技术

项目概述

中国卫星产业步入“黄金十年”，导航、通信市场需求急剧增长。一方面，我国军用导航系统需要卫星抗干扰技术作为精确指挥控制、精确打击和精确兵力的保障；另一方面，民用通信、汽车导航、民用导航测绘依靠卫星抗干扰技术提供精准的导航、定位和授时功能。

卫星导航或通信接收机容易受到外来强干扰的影响，以至于不能准确定位或正常通信，因此要在卫星接收机前端应用抗干扰天线技术。该项目采用了空时域分析的方法，大大提高了天线的自由度，可以抑制多个来向的不同类型干扰。该

项目抗干扰水平在国内领先。主要技术指标：4 阵元，频率为北斗/GPS/GLONASS 等频段，抗干扰数量 3 个，干扰抑制干噪比 80dB，信干噪比 100dB。

项目成熟情况

项目组前期和中电科第 54 研究所进行横向课题合作，该技术已经过外场测试，技术指标得到了同行的认可，技术程度和可行性百分百。该技术已经完全实现仿真到硬件的转化，课题组已经试制了一套原理样机，技术指标良好。

应用范围

卫星、无人机和各种飞行器等领域。

12. 铁路油罐车车号区域定位与识别

项目概述

本项目利用机器视觉技术进行铁路油罐车车号自动定位与识别，使得大型石油炼化企业可以对进厂成品油铁路运输车辆进行自动化管理与自动化付油，从而减少由于人工抄写车号带来的误差，提高付油系统效率与自动化程度。本项目涉及的铁路油罐车车号定位与识别技术可以在复杂的露天工业背景图像中自动定位车体与车架上喷涂的车号字符区域并识别车号，克服由于罐车特殊的断裂型字符及字符大小不一等因素造成的误识别与拒识别，夜间在普通照明光源的配合下能够全天候工作，同时系统可以兼容 G60、G60K、G70、G70K、GQ70 等多种不同型号的车型。本项目具有识别率高，速度快的特点，通过技术扩展可进行更广泛自然场景下的字符区域查找与识别。

大型石化企业中成品油的车辆运输管理一直是一个重要的课题，传统的铁路油罐车进厂进行成品油装卸均采用人工抄写的方式对车辆车号及车型信息进行采集，在车辆较多的情况下极易发生错误记录，也有一些企业使用 RFID 电子标签进行车型与车号的自动读取，但该方案需在每节罐车上都配备电子标签，成本较高，且很多老式罐车并未配备，因此在输油栈桥设置基于视觉方式的车号读取设备在付油前预读车辆信息，并与付油系统联动完成全自动化油料装卸，具有广阔的应用前景。目前，各行业中已有很多基于字符读取的成功应用案例，用户在主观上易于接受此类产品，且针对铁路油罐车的车号读取设备还很少，因此市场前景广阔。

主要专利：

一种铁路油罐车车辆编号的识别方法 20150117537.0

项目成熟情况

技术成熟，样品阶段。

应用范围

铁路油罐车车号读取、自然场景下的字符区域定位与读取等领域。

13. 铁路油罐车罐口视觉定位系统

项目概述

本项目利用机器视觉技术进行铁路油罐车罐口视觉定位，引导输油密闭盖在向铁路油罐车输油过程中密封罐口，防止油气挥发污染环境，造成安全隐患。考虑输油现场的防爆要求，采用主动测量方式会造成安全隐患，因此基于机器视觉技术的非接触测量是一种理想的罐口定位方式。铁路油罐车装车在半露天环境下昼夜进行，这要求算法能够在大范围光照变化条件下对罐口进行准确识别并精确定位，为使油气回收密封盖能够密封罐口，对系统定位精度要求极高，同时要克服油污、车型等不确定因素造成的影响，因此是一项极具挑战性的任务。

采用本项研究成果的铁路油罐车罐口视觉定位系统具有如下特点：

首先，避免了传统模板匹配方法在选取模板时的随机性与任意性。利用视觉方式进行铁路油罐车罐口的非接触测量与定位，传统的方案是进行图像模板匹配，无论选择何种匹配方法，模板的选取都是一项困难的工作。由实际图像提取模板具有一定的随机性与随意性，虽可通过人工方式进行模板的后期处理，但由于图像中存在随机干扰及摄像机安装位置不同造成的透视投影等影响，通常难以获得满足实际应用要求的理想模板，从而对罐口的识别及定位精度造成影响。本研究成果利用罐口为标准几何形状的特点设计针对特殊形状的目标检测算法，有效避免了人工选取模板的随意性，提高了现场应用调试的效率。

其次，所采用的算法对光照与部分遮挡不敏感。光照变化会对系统的测量与定位精度产生影响，严重时会造成系统无法识别目标，同时如目标被其他物体部分遮挡，也会对目标的识别造成干扰。针对此类问题，课题组研究了适用于不同光照条件的罐口检测方法，同时利用形状信息克服遮挡造成的影响。

再次，算法对罐口尺寸大小不敏感，从而可兼容不同型号车型的多种罐口，且对摄像机安装位置要求不高。我国使用的铁路油罐车型号各异，罐口尺寸差异较大，同时摄像机安装时的倾角及高度都会影响图像中罐口的大小，本研究成果可对不同尺度和不同投影形变的罐口图像进行处理，从而保证系统的兼容性。本项目研究成果可用于对不同型号铁路油罐车罐口进行视觉测量与定位，具有定位精度高、可靠性好、调试维护方便特点，加装光源后可全天候工作。对本研究成果进行简单扩展，还可应用于具有规则几何形状的其他目标的三维测量与定位。

本系统主要技术指标：针对 600mm 罐口，定位误差不大于 8mm；单帧定位时间不超过 100ms；对非线性光照具有适应性；具有全天候工作能力；对多车型具有适应性。

主要专利：

一种铁路油罐车罐口视觉定位方法 20130466844.0

项目成熟情况

本项目技术成熟，处于试生产阶段。

应用范围

石化产品运输业、罐装定位、机械手抓取定位等领域。