

## 光电所 2019-2020 年度科创计划项目简介

### 题目 1：基于无人机和卷积神经网络特征融合的垃圾自动检测

众多自然保护区、景区因地形地貌复杂，游览路线众多而无法及时的清理垃圾而造成的生态环境破坏已成为阻碍旅游业可持续性发展的重大问题。由于垃圾的种类、形状、呈现的方式、颜色纹理具有多样性以及垃圾具有主观判断性的特点导致传统的垃圾识别精度并不高。

为了解决该问题，提出基于无人机和卷积神经网络特征融合的垃圾自动检测。可以对自然保护区、景区内的垃圾进行识别、定位。此方法不仅可以帮助垃圾清理工作人员快速准确的定位垃圾，提高垃圾清理的效率，而且可以通过无人机的检测可以制定更加科学合理的垃圾清理计划。同时，该项目的研究将为国内的其他自然保护区、景区内的垃圾识别与清理、以及后来的研究者们提供参考与借鉴。因此，该项目的研究具有重大的科学意义以及实际推广应用价值。

#### 主要研究内容

1. 构建面向自然保护区、景区的垃圾散布区的无人机的航拍规划的具体方法。
2. 构建基于弱监督和迁移学习的深度卷积神经网络目标分类模型。
3. 构建基于卷积神经网络特征融合的方法
4. 构建垃圾散布区的定位的方法。
5. 构建基于无人机遥感垃圾样本图像的公开数据库。

### 题目 2：基于变分贝叶斯框架与多重约束的配准算法

#### 主要研究内容

1. 研究全局结构约束
2. 研究变分贝叶斯框架
3. 研究用变分贝叶斯框架下的树状结构平均场

### 题目 3：基于 NVIDIA Jetson TX2 的智能视频监控跟踪技术研究

智能视频监控跟踪是计算机视觉领域的一个研究热点。其主要目的是让计算机自动获取感兴趣的目标在哪里，是什么，在干什么，甚至预测感兴趣目标的下一

步行为,其重要研究内容主要包括目标的检测、识别、跟踪和行为分析。在智能监控、交通、物联网等各个方面有着广泛的应用,其技术发展和应用前景是人们的关注热点。

而NVIDIA Jetson TX2 是一台超高性能、低功耗的超级计算机模块,为机器人、无人机到企业协作终端装置和智能摄影机等装置提供极快速与精准的人工智能推论机制。为了让开发者快速上手,Jetson TX2 预先搭载了 JetPack 3.0 一人工智能运算和复杂多绪处理嵌入式应用开发最全面的 SDK。开发者可以在云端、数据中心或是个人计算机上使用最新的 NVIDIA DIGITS 5.0 接口训练深度学习模型,然后运用 JetPack搭载的高性能推理引擎 TensorRT 1.0 将训练完成的模型部署到 Jetson TX2。

本项目旨在建立NVIDIA Jetson TX2智能视频监控跟踪的技术平台并进行运动目标检测、识别、跟踪和行为分析等技术研究。

#### 题目 4: 基于深度学习的行人重识别技术研究

行人重识别是指在已有的可能来源与非重叠摄像机视域的视频序列中识别出目标行人。以图 1 为例,因为这些镜头是无重叠的,所以视域完全不同,假设我们要对在摄像头 2 中拍摄到的目标个体 1 在其他镜头中进行重识别,需要在其他的摄像头中定位到这个目标,除了目标本身在不同镜头下外观上的不同,还会受到其他个体的影响,比如在摄像头 2 中目标个体 1 需要与摄像头 1 中的 4 个目标个体都进行比较。因此研究该问题对公共安全和刑侦有着非常重要的现实意义。

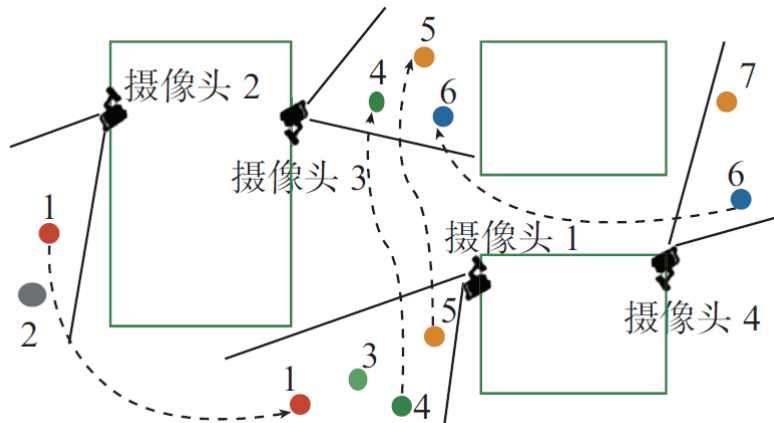


图 1 多镜头下的无人机重识别

### 题目 5: 伺服控制器参数优化技术研究

设计性能良好的控制器是保障光电系统稳定跟踪性能的根本。在过去的工程实践中，这项工作一般均由有丰富工程经验的人员来完成。工程师根据一些系统性能指标的评判标准（例如带宽、增益、误差抑制能力等）来进行控制器的设计和控制器参数的整定。然而，由于被控对象不同、应用场景不同或是工程人员之间对性能要求的差异，控制器的设计和整定过程更多凭的是经验和尝试。这样的设计过程导致目前的每一套系统均需要单独进行系统分析和控制器设计以及相应的仿真计算，耗时耗力。并且，在系统中，控制器的结构和参数是根据被控对象的结构和特性，以及人们对闭环系统的性能要求来确定的。针对不同的被控对象，甚至是相同的被控对象在不同环境下的任务，为了达到所设定的系统性能要求，所设计的控制器不会始终拥有固定不变的结构形式和参数设置。通过分析计算发现，目前大部分工程控制系统所采用的控制器结构较为简单固定，参数设计也仅仅是满足系统基本性能要求。而通过控制器的优化设计及参数的整定，这些系统的性能实际上还有巨大的上升空间。本课题以光电系统中的控制系统作为研究对象，研究一大类被控对象下的控制器结构和参数优化方法、探索控制器改造系统性能的极限，为工程中的控制器设计任务奠定相关技术基础。

### 题目 6: 分布式综合大气数据传感器

在自由空间激光通信许多应用场景中，需要在近地面大气条件下开展激光长距离传输。上述条件下大气湍流情况复杂多变，导致激光的传输效率和光束质量的严重下降。为了更加充分认识近地面激光大气传输过程，有必要在激光大气传输路径中布置分布式大气传感器，对局部风速、风向、大气温度、湿度等参数进行实时监测。

基于市场上成熟的温度、湿度、风向、风速传感器，研制基于嵌入式系统的综合大气数据传感器，要求能够同时实现对于上述参数的实时测量，并且能够通过无线局域网等形式实时向主机发回测量结果；主机根据测量结果生成激光大气传输路径中的风场、温度场和湿度分布。

### **题目 7：基于人体生物特征识别的智能安防技术**

活体生物特征具有独特性和不可复制性，基于生物特征识别的智能安防，具有方便和安全的特点，已深入到日常生活的各方面，如：手机电脑的指纹开锁、工作单位和居家的指纹或面部识别门禁、以及一些考试和银行系统使用的指静脉验证等。目前主要是使用指纹、虹膜、指静脉和面部等生物特征、以及语音识别等。该技术涉及从个人日常生活到国家安防的广泛领域，市场庞大且刚起步。本项目拟寻找和研究新的特异性和灵敏度高、成本可接受的识别技术及探索其典型应用。

### **题目 8：螺旋扫描 3D 管状图像的重建与显示**

此项目来自人体食道组织内窥 OCT 成像项目的实际需求。人体腔道组织，如食道、肠道、和血管等的内窥光学成像（不局限于 OCT 技术）是未来发展的重点方向。本项目拟解决该领域存在的共性问题：1）光束非均匀扫描采样（内圈密集、外圈稀疏）；2）螺旋扫描采集数据的三维重建（管状结构图像）；3）对结果的旋转（可从各角度观察）、剖切（观察内部结构）、展平（转化为平面图像进行观察）、和局部区域选取放大等显示；4）由于数据量大，而又想达到实时成像的目的，因此还会涉及稀疏采样图像复原问题——通过减少采样来减少数据量，但又不希望图像存在明显的失真。

### **题目 9：基于数字水印的深度篡改图像检测及攻击方法研究**

近年来深度学习大大提升了图像合成的效果，基于深度学习可以轻松地将一幅图像或一个视频中的人脸换成另一个人脸，视觉效果甚至可以达到以假乱真的程度，这对信息安全、社会稳定乃至国家安全造成了极大的威胁。该课题拟研究通过数字水印检测图像是否被基于深度学习的图像生成方法所篡改，并尝试通过深度学习方法伪造图像中嵌入的数字水印从而实现对图像的篡改攻击。通过模拟图像篡改的攻防，提升检测篡改图像的能力。

### **题目 10：基于物联网技术的智能井盖监管系统**

井盖在城市的大街小巷随处可见，根据原有的市政井盖管理条例来看，传统

的井盖管理模式仅为人管理、查看监管，也无法及时获知井下信息，往往是井盖发生倾斜或者损坏很长时间后才能够发现，井下的异常情况也只能靠定期检查或者发生事故后才能发现。这使得这些井盖一旦损坏无法及时维修，对市民的人身安全构成了威胁。

本项目是针对井盖的基本管理需求，运用传感器技术、计算机网络技术、基于 NB-IOT 技术的网络监管平台及其他无线通信技术物联网相关技术，实现城市各个井盖和事件管理的智能化、网络化和信息化。可实现井盖状态监控（异常开启、维修管理、异常闭合）、井内液位监测、主动报警、井内环境监测、是否有人坠落井中等多种功能，保障井盖及井下安全，充分满足实时有效监管井盖的需求，为构建便捷智能化的城市道路管理物联网奠定基石。

### **题目 11：基于 RGB-D 人脸识别的防伪门禁系统**

基于 RGB-D 传感器（如 RealSense）采集的人脸数据（工作距离 30 到 50 厘米），在英伟达 TK1 或 TX1 开发板上构建具有防伪能力的人脸识别门禁系统。该系统首先根据传感器采集的 RGB 和深度图像判断人脸的真伪，对于真实人脸将其与注册人员库中的人脸数据（包括 RGB 和深度数据）进行比对，识别其是否为注册人员以及是注册人员中的哪一位。如果是注册人员，则打开门锁，否则保持门锁关闭。该系统可应用于各类门禁，防止非授权人员非法进入受保护区域。

### **题目 12：相机复合稳定架**

如何在运动的条件下拍摄清晰的图像非常有意义。目前大疆有类似的三轴稳定平台品，本课题希望你基于商用的器件，开发一种复合相机稳定动装置，进一步提高稳定精度：就是三轴中在嵌套一个三轴稳定架。

### **题目 13：微振动测量装置**

振动会影响精密仪器的性能，甚至损害仪器，降低其寿命。这些振动往往是宽频带，并且只有几个微米（微弧度）。隔振是最有效的保护方式。但是如何评估隔振的效果：测量微小振动，便成为一项重要的工作。

- 1) 基于商用的器件，开发微振动装置

2) 建立测量模型，分析测量精度的极限

#### **题目 14: 光学表面缺陷散射特性仿真及实验研究**

随着现代光学技术的飞速发展，对光学表面质量越来越高。现行光学元件表面性能参数主要有面形、表面微观粗糙度以及表面缺陷。其中，面形和表面微观粗糙度的测量已经比较成熟，而表面缺陷的检测却费时费力，且缺乏统一的标准。

目前，国内外光学元件表面缺陷的检测，普遍采用“人工目视+辅助工具”的方法，在特定光源照射下判断缺陷的种类和大小。由于该方法的检测结果受限于人眼分辨能力及主观因素，因此缺乏统一性和客观性。

近年来，随着显微成像检测技术的不断发展，凭借其非接触，低成本、易于量化评估等优点，逐渐成为了缺陷检测领域的关注重点。

基于暗场显微成像检测技术，建立光学表面缺陷散射模型，分析不同缺陷形貌、不同光照条件下的散射特性分布；在此基础上，搭建缺陷检测实验装置，进行实验验证。

#### **题目 15: 光学表面微弱缺陷检测技术**

基于暗场显微成像检测技术，搭建缺陷检测实验装置，通过对采集装置的参数优化实现光学表面微弱缺陷的图像采集；在此基础上，基于图像增强、机器视觉等实现微弱缺陷的特征提取和量化分析，最终完成光学表面微弱缺陷检测。

#### **题目 16: PLC 控制器在抛光装置中的应用**

PLC 是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令，并能通过数字式或模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。由于其可靠性高、抗干扰能力强、配套齐全功能完善、适用性强等特点，广泛应用于各类自制非标设备的研发中。为了应对所内光学加工设备研发及升级需求，基于 PLC 控制器开发或改造相应抛光设备，以此进行对新光学加工技术和方法的研究是一个摆在研究人员面前的工程性很强的课题。本项目以此目的为出发点，结合目前光电所光学加工科研现状，提出对 PLC 控制器在抛光装置中进行应用研

究的课题。

### **题目 17：主动平滑盘变形量仿真计算与控制策略研究**

现代光学制造工程具有显著的极端制造特征，即在极端技术条件要求的背景下，制造极端尺度或极高功能器件或功能系统的大科学工程。我国目前正面临着完成同步辐射光学系统、纳米尺度光刻系统和高功率激光系统等典型的极端光学研制工程任务。这些极端光学系统不仅是传统意义上光学元件面形 PV 或 RMS 值的提高，很多系统更是对光学元件中高频段面形误差方面提出了严格的要求。纳米尺度光刻系统由于采用大量大偏离量高次非球面，其非球面中高频误差的控制是限制光刻物镜系统加工的主要因素。大偏离量高次非球面由于表面各点曲率半径不同，且存在几十到数百微米的偏离量，利用传统的磨盘平滑技术对中高频误差进行控制，始终存在平滑磨盘无法吻合非球面的问题。因此提出了主动控制平滑磨盘曲率或面形的主动平滑方法。

### **题目 18：基于空间正则相关滤波的扩展目标局部跟踪技术研究**

该项目主要是通过引入正则化方法，建立改进的相关滤波算法，并且针对扩展目标进行局部跟踪，得到准确性和鲁棒性均达到标准的追踪结果。

主要研究内容包括：

- 1) 目标特征检测:对有特定形状,并且具有姿态变化的大目标选取较好的追踪特征进行检测;
- 2) 以空间正则化方法、相关滤波为基础建立目标跟踪算法;
- 3) 针对扩展目标对目标跟踪算法进行优化,实现跟踪。

### **题目 19：全卷积 Siamese 网络视觉目标跟踪技术研究**

该项目旨在基于全卷积 Siamese 网络设计离线识别系统,能够通过离线训练得到较为丰富的跟踪模型并且具有较好的实时性与较高的跟踪效率。主要研究内容包括：

- 1) 目标特征的准确提取;

- 2) 目标跟踪算法研究;
- 3) 基于 Siamese 的视觉跟踪技术的缺点并进行算法改进。

### **题目 20: 多目标密集场景下的视觉检测技术研究**

本项目主要研究各种多目标密集场景下的快速检测及跟踪算法,并对目标轨迹进行预测。与此同时,对所研究算法进行模块化设计、形成集成应用系统,研制开发一套能够适用于多目标密集场景下的检测与跟踪系统。

#### (1) 图像预处理

拟采用双平台直方图均衡算法。

#### (2) 多目标检测技术

拟采用空时局部对比度方法,时空滤波方法及快速显著性等方法。

#### (3) 轨迹关联及预测方法

拟采用多级假设跟踪算法,联合概率数据关联算法等。

#### (4) 多目标跟踪技术

拟采用尺度自适应核相关滤波跟踪算法,卡尔曼滤波跟踪算法等。

### **题目 21: 多相机协同的运动目标检测技术研究**

本文主要的研究内容是多相机视场协同的运动目标检测技术,能够实现运动目标的检测、目标的识别以及目标的跟踪。

主要研究内容如下:

- 1) 单相机视场中的运动目标检测;
- 2) 多相机视场匹配及协同工作;
- 3) 兴趣目标的关联及跟踪。

### **题目 22: 激光器线宽测量技术研究**

主要研究内容:

- 1) 目前线宽测量的技术方法,原理。
- 2) 技术改进措施。



### 题目 23: InGaAs(铟镓砷)盖革模式 APD(雪崩光电二极管)结构及光电转换模型

主要研究内容:

- 1) 盖革模式 APD 与线性模式 APD 的技术特点;
- 2) 盖革模式 APD 的结构特点;
- 3) InGaAs 盖革 APD 的结构及电子学模型;
- 4) InGaAs 盖革 APD 的主要技术指标及应用。

### 题目 24: 单 bit 压缩感知技术研究

主要研究内容:

- 1) 调研单 bit 压缩感知技术现状;
- 2) 了解单 bit 压缩感知的理论依据及模型;

### 题目 25: 光采样技术

主要研究内容:

- 1) 调研光采样的技术原理及现状;
- 2) 高分辨率光采样技术瓶颈;
- 3) 全光采样新技术途径。

### 题目 26: 单目序列图像基于深度学习的三维重建研究

单目成像作为空间物体相对于成像平面的二维投影而丢失了大量宝贵信息,为了使机器能像人一样地感知世界,故需进行单目序列图像的三维重建研究,获取成像过程丢失的信息。主要研究内容包括:

- 1) 图像空间变换关系参数的学习;
- 2) 空间变换图像的生成;
- 3) 基于图像空间变换的目标识别;
- 4) 基于 3D-R2N2: A Unified Approach for Single and Multi-view 3D Object Reconstruction 、gvnn: Neural Network Library for Geometric Computer Vision 网络等的三维重建。

### 题目 27: 深度学习网络的解释与自学习研究

随着深度学习网络深度的加深，网络的解释越发困难，而这对网络的构建与优化都造成了极大的困难。为了构建更优化、更自适应的网络，故需进行网络解释与自学习的研究。主要研究内容包括：

- 1) 网络架构的描述、表示与分析方法研究；
- 2) 网络架构性能的评估与自搜索研究；
- 3) 网络架构的自调节、自学习研究。

### **题目 28：基于深度学习的视频流行为识别研究**

进行视频流中的行为识别分析，对维护重要场所的安全和特定群体的行为跟踪与监控具有重要的实际应用价值。为了构建更优化、更自适应的网络，故需进行网络解释与自学习的研究。主要研究内容包括：

- 1) 视频内容的描述、表示与分析方法研究，建立视频描述内容的状态；
- 2) 图像内容域与视频时间域的融合表示描述，生成行为及其演化的定义；
- 3) 进行行为语义的解析和性质的评估。

### **题目 29：水下目标湍流扰动图像复原方法研究**

水下图像复原是水下光电检测系统的一项关键技术，如水下高分辨率光电成像和水下高精度光电测量设备均对其有较高要求。近年来，随着海洋工程、海洋环境保护和海洋科考等领域的发展，对水下图像复原技术的复原性能和实时性提出更多需求。本课题主要针对被湍流影响的水下目标图像进行研究，实现实时的目标图像复原，为进一步高清成像奠定基础。

基于已获取的被湍流干扰的水下目标图像数据集，进行水下图像退化模型分析和研究，完成不同成像距离条件下的同一湍流扰动目标的图像退化模型建模；在退化模型的基础上，结合经典图像复原算法的优化和改进，实现一套水下图像实时复原软件系统。

### **题目 30：基于嵌入式 GPU 的图像辐照噪声实时消除技术研究**

视频监控设备是核工业应用环境中常用的一类设备。辐照会给视频图像带来不同程度的各种噪声，导致图像质量变差，严重影响工作人员对被监控目标的观察和判断。本研究以辐照环境下的视频图像为研究对象，了解辐照环境下视频图

像噪声产生的机理和类型，研究噪声消除算法，并在嵌入式 GPU 硬件平台上实现视频图像辐照噪声的实时消除。

了解视频图像辐照噪声的产生机理和类型，分析视频图像辐照噪声的特点引入合适的视频图像质量评价方法，研究视频图像（25 帧/秒）辐照噪声的实时消除算法。基于嵌入式 GPU 硬件平台，实现视频图像辐照噪声的实时消除模块，尝试进行现场试验测试。

### **题目 31：针对水下双目视觉系统标定的关键技术研究**

双目视觉是机器视觉的一种重要形式，广泛运用于非接触式测量、三维重建等各个领域。在水下环境中的双目视觉系统，由于其环境特殊性，水介质对电磁波具有吸收、折射、散射等特性，以至水下双目视觉系统与空气中的双目视觉系统具有一定程度的差异性。本课题主要研究水下双目视觉系统标定的关键技术，为将双目测量技术更好的推广应用于水下奠定相关技术基础。

主要研究内容：

- 1) 基于水下双目测量系统：研究系统中影响标定结果的关键参数；
- 2) 研究关键参数与标定结果的量化关系；
- 3) 总结建立完整的系统标定方法；

### **题目 32：基于线结构光的水下三维测量系统折射补偿技术研究**

水下三维测量是海洋探测的重要方式，随着各国对海洋资源开发利用的重视，水下三维重建方法逐渐成为海洋探测领域的研究热点。基于结构光的三维测量技术广泛应用于工业生产中，但由于水下环境的复杂性及特殊性，传统的结构光三维测量模型无法直接应用于水下。本研究拟建立基于结构光的水下三维测量理论模型，补偿玻璃、水介质引起的测量误差，为研究基于线结构光的水下三维测量仪奠定相关技术基础。

基于线结构光三维测量模型，开展水下三维测量研究，研究平行平板玻璃对结构光测量结果的影响，研究水介质对结构光测量结果的影响，研究玻璃、水多介质对结构光测量结果的综合影响并建立实时校正模型。