****

**大学生创新训练计划**

**创新类项目申报书**

**项目名称： 基于事件相机的开集识别问题**

**项目负责人： 卢昊**

**所在学院： 计算机学院**

**专业年级： 2023级**

**学 号： 2023141460346**

**手 机： 15858170189**

**电子邮箱： 2533768148@qq.com**

**指导教师： 王韬**

**项目起止年月： 2024年11月至2025年10月**

**项目参与学生人数： 5**

**四川大学教务处制**

2024年 11月

填写说明

一、凡申报**四川大学“大学生创新训练计划”**必须填写本申报书。创新类项目是本科生个人或团队，在导师指导下，自主完成创新性研究项目设计、研究条件准备和项目实施、研究报告撰写、成果（学术）交流等工作。

**二、“项目所属一级学科和代码”**参考《普通高等学校本科专业目录和专业介绍（2012年）》。

三、**“项目开展支撑平台”**指支撑本项目开展的国家级和省部级重点实验室（中心、平台等）、国家双创示范基地平台、教学实验中心（实验室）、企业、事业或其他单位等，表中填写平台名称，可以多个。

四、**“项目组成员”**人数原则上不超过五人，应排序。

五、**“项目成熟度**”请参考附件《项目成熟度量表》。

六、本书应该填写完整、内容详实、表达准确，数字一律填写阿拉伯数字。

七、报送申报书的电子文档至负责人所在学院。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目名称 | 基于事件相机的开集识别问题 | | | | |
| 项目属性 | ☑面上项目 □人工智能+新质战略育苗”（含2035特区子计划项目）  □交叉学科子计划项目 | | | | |
| 申请类别 | ☑科学探索与工程技术类 □人文艺术与社会科学类  □软件信息与文创类 □智能装备与医疗器械类  □生物医药与新材料类 | | | | |
| 申请经费 | 元 | | 起止时间 | | 2024年11月至2025年10月 |
| 项目所属 一级学科和代码 | 0809计算机类 | | | | |
| 项目开展 支撑平台 | 数据智能实验室 | | | | |
| 项目来源  （可多选） | ☑十大重点支持领域的项目  ☑进课题组、进实验室、进科研团队参与的项目  □国家级和省部级重点实验室（中心、平台等）、国家双创示范基地平台支持申报项目  □交叉学科创新项目  □“青年红色筑梦之旅”计划项目  □基于前期研究实践成果、继续深入研究实践的创新项目  □高水平课题  □其他 | | | | |
| 高水平课题名称（非高水平课题可不填） | 命题名称 |  | | | |
| 校内指导老师姓名（非交叉学科子计划项目一般仅允许一位指导老师） |  | | | |
| 所属重点支持领域（可不选） | 选择1项：E  A.不填  B.泛终端芯片及操作系统应用开发  C.重大应用关键软件  D.云计算和大数据  E.人工智能  F.无人驾驶  G.新能源与储能技术  H.生物技术与生物育种  I.绿色环保与固废资源化  J.第五代通信技术和新一代IP网络通信技术  K.社会事业与文化传承 | | | | |
| 负责人之前参与大创项目情况 | 无 | | | | |
| 项目成员之前参与大创项目情况 | 无 | | | | |
| 项目负责人基本信息 | | | | | |
| 姓名 | 学号 | 专业年级 | | | 所在学院 |
| 卢昊 | 202314140346 | 计算机与金融双学位 | | | 计算机学院 |
| 性别 | 手机 | 电子邮箱 | | | 身份证号 |
| 男 | 15858170189 | 2533768148@qq.com | | | 360782200409305813 |
| 项目组成员基本信息 | | | | | |
| 序号（含排序） | 1 | 2 | | 3 | 4 | |
| 姓名/性别 | 邓瑞斌 | 黄浩 | | 顾祥瀚 |  | |
| 学号 | 2023141210171 | 2024141460468 | | 2024141460336 |  | |
| 专业年级 | 2023级 数学与智能科技双学位 | 2024级 计算机 | | 2024级  计算机科学与技术 |  | |
| 所在学院 | 计算机学院 | 计算机学院 | | 计算机学院 |  | |
| 手机 | 19119156050 | 17781802141 | | 13880536518 |  | |
| 电子邮箱 | 2143140030@qq.com | 2183361998@qq.com | | 867974854@qq.com |  | |
| 身份证号 | 510502200501300412 | 51102820060725671X | | 510121200603070117 |  | |
| 签名 |  |  | |  |  | |
| 指导教师1 基本信息  （非交叉学科子计划项目一般仅允许一位指导老师） | | | | | |
| 姓名 | 所在学院或单位 | 研究方向 | | | 职称/职务 |
| 王韬 | 数据智能实验室 | 计算机视觉 | | | 副研究员 |
| 性别/年龄 | 手机 | 电子邮箱 | | | 签名 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 男/31 | 15108428610 | twangnh@gmail.com |  |
| 指导教师2 基本信息  （交叉学科子计划项目需填写第二指导老师） | | | |
| 姓名 | 所在学院或单位 | 研究方向 | 职称/职务 |
|  |  |  |  |
| 性别/年龄 | 手机 | 电子邮箱 | 签名 |
|  |  |  |  |

|  |
| --- |
| **项目摘要(限200字以内)** |
| 目标检测作为计算机视觉的核心任务一直备受关注。其中，开集识别能够识别并区分未知类别，更加贴近现实需求。事件相机以低延迟、高动态范围和低运动模糊特性逐渐成为研究热点。然而，事件相机的开集目标检测目前还缺乏深入的研究。本项目结合事件相机数据，研究开集识别算法，涉及数据预处理、时空特征提取、骨干神经网络及开集识别检测头的选取与设计等关键环节，推动该领域的技术进步。该研究对无人驾驶等领域意义重大。 |
|  |
|  |
| **特色创新点（限100字以内，建议2-3点）** |
| 1. 使用低延迟、高动态范围、低运动模糊的事件相机进行目标检测，应用场景广泛，现实应用意义重大。  2. 对事件相机的目标检测增加开集识别能力，更加适应于现实真实情况。 |

**报告正文**

|  |
| --- |
| 1. **立项依据与研究内容**（**建议8000字以下**（不包括文献）） |
| 1．**项目的立项依据**（【理工医科】研究意义、国内外研究现状及发展动态分析，需结合科学研究发展趋势来论述科学意义；或结合国民经济和社会发展中迫切需要解决的关键科技问题来论述其应用前景。附主要参考文献目录【哲学社会学科】国内外相关研究的学术史梳理及研究动态;本课题相对于已有研究的独到学术价值和应用价值等。附主要参考文献目录） |
| **国民经济和社会发展中关键科技问题->研究意义->研究现状阐述&学科发展趋势**   1. **研究背景与需求**   **//事件相机开集识别的意义**  **//增加故事性称述**  在现代视觉感知领域，随着人工智能和自动化技术的发展，视觉系统已成为智能设备的核心。然而，传统视觉传感器（如帧相机）在处理快速运动场景、复杂光照条件时，往往表现出低效或失真。比如，在自动驾驶、高速监控等关键任务中，无法准确捕捉快速变化的目标会带来严重的安全风险。尤其在紧急事件和动态场景中，现有系统的反应速度不足甚至可能导致灾难性后果。  传统相机基于逐帧采集的方式，数据冗余大、延迟高，难以实时适应动态环境。同时，开集识别问题（即面对未见过的类别或目标时的识别）一直是计算机视觉领域的难题。虽然深度学习等技术在封闭数据集上的表现非常出色，但面对现实场景中未知类别的动态检测时，其泛化能力和实时性依然不足。  近年来，事件相机因其稀疏、高效的事件流数据特性逐渐受到关注，研究者尝试将其用于动态场景感知，并初步解决了传统相机在高动态范围和实时性方面的不足。然而，现有研究多聚焦于事件相机的图像重构或分类任务，对事件数据如何服务于开集识别缺乏深入研究。  事件相机则是模拟人类视网膜，通过捕捉像素亮度变化来生成数据流，具有微秒级时间分辨率和超高动态范围。开集识别作为一种新兴方法，强调对未知类别的检测，与事件相机的优势高度互补。然而，目前事件相机和开集识别的结合尚未形成系统研究。  我们将基于事件相机的动态感知优势，探索其在开集识别中的应用潜力，力求突破传统视觉系统在实时性、泛化性上的瓶颈。   1. **应用前景**   **//事件相机开集识别可以应用到哪些领域**   1. 智能交通系统   在智能交通系统持续演进的背景下，事件相机展现出巨大的应用潜力。随着城市交通拥堵和安全问题日益突出，政府和企业对智能交通解决方案的需求愈发迫切。事件相机以其独特的开集识别能力，将在交通监控、车辆检测与跟踪、行人识别等关键环节发挥重要作用。其高精度和实时性的特点，有助于实现更加精准和高效的交通流量管理，从而提升道路交通的整体安全性和通行效率。此外，在自动驾驶技术逐步成熟的过程中，事件相机也将成为不可或缺的感知组件，为自动驾驶车辆提供更为可靠的环境感知数据。   1. 工业自动化   工业自动化领域正迎来转型升级的关键时刻，事件相机的引入有望为这一进程注入新的活力。在高速运转的生产线上，物体识别、机器人导航与定位等任务的准确性和效率至关重要。事件相机以其快速响应和高动态范围成像的特性，能够实时捕捉生产环境中的细微变化，为自动化系统提供精确的控制指令。这不仅有助于提高生产效率和产品质量，还能降低因人为操作失误而引发的安全风险。随着工业4.0的深入推进，事件相机在工业自动化领域的应用前景将更加广阔。   1. 安全监控与防御   在当今社会，安全监控已成为维护公共安全和个人财产安全的重要手段。事件相机在安全监控领域的应用，将带来革命性的变革。其开集识别能力使得监控系统能够实时发现并应对各种未知威胁，如入侵检测、异常行为识别等。与传统的监控设备相比，事件相机具有更高的灵敏度和更低的误报率，能够有效提升安全防范能力。同时，随着人工智能技术的不断发展，事件相机与智能算法的结合将进一步拓展其在安全监控领域的应用范围。   1. 消费电子与智能家居   在消费电子和智能家居市场蓬勃发展的今天，事件相机有望为这些领域带来全新的用户体验。随着人们对智能家居系统便捷性、舒适性和安全性的要求不断提高，事件相机将成为实现这些需求的关键技术之一。例如，在智能家居系统中，事件相机可用于人脸识别、手势控制等功能，使用户能够更加方便地与家居设备进行交互。同时，其高动态范围成像能力也能保证在各种光线条件下都能获得清晰的图像输出，进一步提升智能家居系统的实用性和可靠性。   1. **国内外研究现状**   **//事件相机开集识别的研究现状**  **//目前感觉不够客观，绿色部分引用还没加**  事件相机作为一种新型的视觉传感器，其研究和应用正在迅速发展。事件相机与传统的帧基相机不同，它们以异步的方式响应场景中的变化，提供高时间分辨率和高动态范围的视觉信息。这种相机的设计理念受到了生物视觉系统的启发，能够以极低的延迟捕捉快速动态变化，使其在动态视觉传感领域具有独特的优势。尽管事件相机在目标检测和动态视觉传感方面取得了一定的研究进展，但由于事件相机所捕获的数据具有与传统图像数据截然不同的特性，关于事件相机的开集识别目标检测问题，目前的研究还相对较少，这一领域仍然是一个开放的研究方向。以下分为事件相机的目标检测与开集目标检测两方面阐述相关进展。   1. 事件相机的目标检测   **//开头引入**  在目标检测方面，事件相机因其能够以低延迟、低功耗提供异步且稀疏的数据信息以及具有高动态范围和高事件分辨率而受到关注。  **//阐述研究进展**  研究表明，事件相机可以用于提高目标检测的准确性和效率。  有研究提出动态图神经网络（GNNs）和稀疏神经网络理论上能供为基于事件的目标检测实现低延迟的推理，这些网络能够处理事件相机产生的异步事件流，并在理论上快速相应。例如《AEGNN: Asynchronous Event-based Graph Neural Networks》采用图神经网络，提出了异步事件基图神经网络，显著降低了计算复杂性和延迟，《Object Detection with Spiking Neural Networks on Automotive Event Data》利用尖峰神经网络直接在来自事件相机的数据集上进行训练，与其他模型相比在性能和模型参数上都具有一定优势，但是在实际应用中，它们要么需要专门的硬件支持，要么需要提高其检测性能。这表明，尽管这些网络类型在处理事件相机数据方面具有优势，但在实际部署时仍面临性能和硬件的限制。  此外，还有研究将现代计算机视觉技术应用于事件相机，通过将事件转换为视频流，使得传统的计算机视觉算法能够在事件相机数据上运行。  《Transformers for Object Detection with Event Cameras》提供了一种创新的方法。他们提出的RVTs通过结合循环视觉骨干和自注意力机制，实现了在保持高检测性能的同时显著降低推理时间。RVTs的设计强调了三个关键特性：卷积先验、局部和全局自注意力以及循环时间特征聚合，这些特性共同作用于减少延迟并提高检测效率。在Gen1汽车数据集上，RVTs实现了47.2%的mAP，同时在T4 GPU上的推理时间少于12毫秒，展现了在事件相机目标检测中的卓越性能和效率。  **//总结**  这些研究表明，事件相机在目标检测领域具有巨大的潜力和应用前景。   1. 开集目标检测   //开头引入  开集目标检测是计算机视觉中的一个重要任务，它要求模型在能够准确识别训练集中已知类别的同时，还需具备辨别不属于训练集范畴的未知类别的能力。这一挑战的核心在于，现实世界中的目标种类繁多，而训练集往往只能覆盖其中的一部分。因此，开集目标检测要求模型具备更强的泛化能力和对未知类别的敏感性，以便在实际应用中更加稳健和可靠地工作。自从Dhamija等人首先形式化了OSOD以来，开集识别问题广泛研究，研究者们不断探索新的方法和技术，以提升开集目标检测的准确性和效率。  **//阐述研究进展**  基于目前研究，有许多方法采用基于对比聚类方法将未知对象与已知聚类区分开（这些方法[6,8,29]）。例如，Joseph等人通过引入基于能量的未知标识符提出了ORE方法。Han等人引入了对比特征学习器来鼓励已知类的紧凑特征和未知概率学习器来分离已知类和未知类。Zhou等人利用无分类RPN增强了未知对象提议的泛化能力。  还有基于语义聚类方法，针对未知对象在语义上更接近已知类的情况下的误分类问题进行了优化。例如，在开集目标检测（OSOD）领域，Hiran Sarkar等人的研究《Open-Set Object Detection By Aligning Known Class Representations》提供了一种新的解决方案。他们提出的框架通过在语义空间中对齐已知类别的表示，有效地解决了未知类别与已知类别之间的误分类问题。这一方法不仅引入了语义聚类模块来改善类别边界的分离，还通过类别去相关模块增强了类别间的分离。此外，他们的目标焦点模块通过预测物体性得分，提高了对未知物体的检测能力。文章还提出了一种新的评估技术，即基于熵阈值的技术，以及一个新的评估指标HMP，这些贡献共同推动了OSOD领域的发展。在MS-COCO和PASCAL VOC数据集上的广泛实验验证了该方法的有效性，显示出在识别未知物体方面的显著改进。 |
|  |
| 2．**项目拟解决的关键科学问题，研究内容、总体框架、重点难点、主要目标**（此部分为重点阐述内容） |
| **四、研究内容与总体框架**  4.1项目拟解决的关键科学问题 & 重点难点  本项目致力于攻克事件相机数据在开集目标检测领域的关键科学问题。首要挑战在于，事件相机与传统帧基相机的根本性差异：它输出的是反映像素级光强变化的异步事件流，这一特性使得传统目标检测手段难以奏效。为此，我们必须深入剖析事件相机数据的独特属性，并实施有效的预处理策略，旨在将这些非传统数据转化为适用于目标检测与识别的格式，同时确保其中蕴含的关键信息不被破坏。此外，尽管开集识别算法在辨识已知与未知类别目标时表现出众，但当前算法主要围绕传统图像数据构建，面对事件相机数据的独特性，其效能可能大打折扣。因此，我们的另一项重要任务是根据事件数据的独有特性，对开集识别算法进行针对性优化，以期使模型能够无缝处理已知和未知类别的目标，并输出具有高度置信度的检测结果。通过这一系列举措，我们期望在准确性、实时性和鲁棒性等多个维度上实现突破性的性能提升。  4.2研究目标  本研究致力于构建一个先进的基于事件相机的开集目标检测与识别模型。我们旨在通过该模型，实现对已知类别的精确检测，并能对未知类别进行有效识别。为实现这一目标，我们将深入探索事件数据与开集识别算法的最佳结合点，以期提出一种创新的、专为事件相机设计的开集目标检测算法。此外，我们将通过实验来严格验证所提出算法的有效性和相较于传统方法的优越性，期望能为推动事件相机在更广泛领域的应用提供坚实的技术支撑和科学依据。  //最后目标（具体化）：推理时间相对较少（利用时间相机的优势），识别准确度高，有效识别未知类而不出现误分类情况  4.3研究内容   1. 事件相机数据预处理与特征提取     事件相机产生的是一系列基于亮度变化的事件流，而非传统的强度图像。神经拟态视觉传感公司Prophesee 所提供的数据集1MPx和GEN1中，事件使用 4 个字节 （unsigned int32） 作为时间戳，使用 4 个字节 （unsigned int32） 作为数据进行编码，其中数据由 14 位 x 位置、14 位 y 位置和 1 位极性 （编码为 -1/1） 组成。  我们首先需要将这些事件流转换为适合深度学习模型处理的数据格式。一种常见思路是，在预处理步骤中，将事件转换为四维张量E，其中第一维代表极性，第二维代表时间离散化步骤，第三和第四维代表事件相机的高和宽。通过这种方式，我们能够在每个像素处统计在特定时间帧内发生的正负事件数量，并将这些信息扁平化为三维张量，以便于后续的二维卷积操作。   1. 目标检测算法   目标检测算法是计算机视觉领域中用于识别和定位图像中目标对象的任务。这些算法能够确定目标的位置（通常是通过绘制边界框）并识别目标的类别。  目标检测算法更具算法流程可以分为Two-Stage Detectors 和 One-Stage Detectors   * + 两阶段检测器（如Faster R-CNN）首先生成候选区域，然后在这些区域上进行分类和边界框回归。   + 单阶段检测器（如YOLO和SSD）直接在网络的输出中预测边界框和类别概率，无需候选区域生成步骤。  1. **R-CNN系列（Region-based Convolutional Neural Networks）**：    * **R-CNN**：通过选择性搜索提取候选区域，然后利用卷积神经网络（CNN）提取特征，并使用SVM进行分类。它在测试时需要多次前向传播，速度较慢。    * **Fast R-CNN**：改进了R-CNN，允许在整个图像上同时提取特征，然后对候选区域进行分类和边界框回归，提高了速度。    * **Faster R-CNN**：引入区域提议网络（RPN），实现了端到端的训练和检测，进一步提高了速度和准确性。 2. **YOLO（You Only Look Once）系列**：    * **YOLO**：将目标检测作为一个回归问题来解决，直接在图像上预测边界框和类别概率。YOLO算法速度快，适合实时应用。    * **YOLOv2/YOLO9000**：引入了更多改进，如批量归一化和高分辨率分类器，提高了性能。    * **YOLOv3/YOLOv4/YOLOv5**：进一步优化，包括多尺度预测、更深的网络结构和更好的数据处理策略，以提高准确性和速度。 3. **Free Anchor系列**   Free Anchor是目标检测中的创新方法，它摒弃了传统的预设锚框方式，为检测任务带来了更高的灵活性和准确性。该方法在训练时动态选择最适合的锚框，使每个目标都能找到最佳匹配，从而优化了检测效果。具有高灵活性、减少超参数、改善样本不均衡等优点。   1. 基于事件相机的目标检测算法   RVT (Recurrent Vision Transformers) 是一种新型的神经网络框架，专为基于事件相机的目标检测任务而设计。它结合了 Transformer 和 RNN 的优势，在保证高检测性能的同时，实现了极低的延迟，使其非常适合于实时应用场景。RVT 的出现，为基于事件相机的目标检测任务提供了新的思路，并为相关领域的研究和应用带来了新的机遇。  RVT 的设计思路：  为了克服事件相机带来的挑战，RVT 采用了以下设计思路：  1. 多阶段层次结构：  模块化设计: RVT 将网络结构分解为多个模块，每个模块包含卷积、自注意力机制和 LSTM 单元。这种模块化设计使得网络结构更加清晰，易于理解和扩展。  层次化特征提取: RVT 的模块堆叠形成一个层次化的神经网络，每个模块提取不同尺度的特征，并逐步融合空间和时间信息。这种层次化设计可以有效地捕捉目标的细节和整体信息，从而提高目标检测的性能。  特征复用: RVT 的每个模块都使用前一个模块的输出特征和 LSTM 状态作为输入，从而实现特征复用，降低计算量，并提高网络效率。  2. 卷积先验：  像素网格结构: 事件相机提供的像素位置信息对于目标检测非常重要。RVT 使用卷积层进行下采样，同时提供像素网格结构的先验信息，充当了 Transformer 层的条件位置嵌入。这种设计可以有效地利用事件相机提供的像素位置信息，并减少对绝对位置嵌入的依赖。  参数共享: 卷积层在 RVT 的每个模块中都存在，这意味着卷积层的参数可以在多个模块中共享，从而降低参数数量，提高网络效率。  3. 局部和全局自注意力：  局部特征交互: RVT 使用块自注意力机制在局部窗口内进行特征交互，模拟局部细节。这种设计可以有效地捕捉目标的局部特征，例如颜色、形状和纹理。  全局特征混合: RVT 使用网格自注意力机制进行全局特征混合，捕捉全局上下文信息。这种设计可以有效地融合空间信息，并捕捉目标之间的关系，例如遮挡和遮挡。  线性复杂度: 多轴自注意力机制在空间维度上的复杂度为线性，这意味着 RVT 可以高效地处理高分辨率的事件数据。  4. 递归特征聚合：  时间信息利用: 事件相机提供时间序列数据，时间信息对于目标检测非常重要。RVT 使用 LSTM 单元在每个模块的末尾进行时间特征聚合，将当前时间步的特征与前一时间步的特征进行融合，从而有效地利用了事件相机的时间信息。  参数减少: 与 Conv-LSTM 单元相比，LSTM 单元的参数数量更少，计算量更小。RVT 使用独立的 LSTM 单元处理每个特征，从而进一步降低了参数数量和计算量。   1. 开集目标检测算法 2. **核心问题**：    * OSOD的核心问题在于区分已知类别和未知类别。这要求模型不仅要对已知类别有良好的识别能力，还要能够识别出不属于训练集中的类别。 3. **关键挑战**：    * **类别不平衡**：在实际应用中，未知类别的样本可能远少于已知类别，这导致模型在训练时难以学习到区分未知类别的特征。    * **特征表示**：如何设计特征表示以区分已知和未知类别是一个关键问题。这涉及到特征的提取、编码和聚类。    * **决策边界**：确定一个清晰的决策边界，以区分和识别已知和未知类别，是OSOD中的一个技术难题。 4. **方法论**：    * **基于重建的方法**：这类方法通过重建输入数据来区分已知和未知类别。如果一个输入样本的重建误差高于某个阈值，则可能被分类为未知类别。    * **基于分类的方法**：这些方法将OSOD问题转化为一个多类分类问题，其中包含一个额外的“未知”类别。通过训练一个分类器来区分所有已知类别和未知类别。    * **对比聚类**：通过对比学习，使得来自同一类别的样本在特征空间中更接近，而不同类别的样本更远离。这种方法有助于将未知类别的样本从已知类别中分离出来。    * **语义聚类**：如论文中提出的，通过将区域提议特征与相应的语义类别嵌入对齐，建立有意义的类别决策边界，减少误分类。 5. **特征提取与嵌入：**    * **深度特征提取：在OSOD中，通常使用预训练的深度卷积神经网络（如ResNet、VGG等）来提取图像的深层特征。这些特征捕获了图像的高层次语义信息，对于后续的分类和聚类任务至关重要。**    * **类别嵌入：为了增强模型对类别语义的理解，可以利用自然语言处理技术，如使用BERT或CLIP模型生成的文本嵌入。这些嵌入将类别的文本描述转换为高维空间中的向量，使得模型能够在语义层面上对类别进行比较和区分。** 6. **聚类与对齐：**    * **聚类技术：在OSOD中，聚类算法用于将提取的特征分组，以便将属于同一类别的样本聚集在一起。聚类技术的选择（如K-means、层次聚类等）和聚类数的确定对模型性能有显著影响。**    * **特征对齐：通过将特征与类别嵌入对齐，模型能够学习到更加区分性的类别表示。这种对齐通常通过计算特征向量和类别嵌入之间的相似度（如余弦相似度）来实现，并使用这个相似度作为聚类的依据。** 7. **正交性约束与类别去相关：**    * **正交性约束：为了增强类别间的分离，可以引入正交性约束，使得不同类别的特征表示在高维空间中尽可能正交。这可以通过最小化类别特征表示之间的内积来实现。**    * **类别去相关：通过类别去相关模块，模型能够减少类别间的特征干扰，从而提高对未知类别的识别能力。这通常涉及到在特征空间中对类别特征进行正则化，以确保它们之间的独立性。** 8. **损失函数与优化：**    * **多任务损失：OSOD中的模型通常需要同时优化多个损失函数，包括分类损失、聚类损失和正则化损失。这些损失函数的权重需要精心设计，以平衡不同任务之间的性能。**    * **对象聚焦损失：如论文中提出的，对象聚焦损失结合了分类自由损失和基于分类的对象性损失，以提高模型对未知类别的检测能力。这种损失函数的设计需要考虑如何有效地结合几何特征（如中心性）和分类特征。** 9. **评估技术：**    * **熵阈值处理：在评估阶段，可以使用熵阈值来识别低置信度的预测，并将它们标记为“未知”。这种方法有助于减少未知类别被误分类为已知类别的风险。**    * **新度量标准：如谐波均值精度（HMP），它结合了已知类别的平均精度（mAP）和未知类别的平均精度（APu），提供了一个综合的性能指标。这种度量标准有助于全面评估模型在处理已知和未知类别时的性能。** 10. **模型泛化与鲁棒性：**     * **对抗训练：为了提高模型的泛化能力和鲁棒性，可以采用对抗训练技术。通过对模型输入添加扰动，并训练模型在这些扰动下仍然保持性能，可以提高模型对未知类别的识别能力。**     * **数据增强：通过数据增强技术，如随机裁剪、颜色变换等，可以增加模型训练时的样本多样性，从而提高模型对未知类别的泛化能力。** |
|  |
| 3．【理工医科】**拟采取的研究方案及可行性分析**（包括研究方法、技术路线、实验手段、关键技术等说明）；【哲学社会学科】**思路方法**（本课题研究的基本思路、具体研究方法、研究计划及其可行性等） |
| 1.研究方案  2.可行性分析  2.1 理论可行性  现有事件相机开集识别通过数据预处理可以以一定事件间隔转换为三维向量输入网络，通过时空特征的提取后送入目标检测头进行检测，而基于开集识别的目标检测算法通过调整通过区域生成网络RPN和检测器的损失目标优化，训练出开集识别模型。因此，基于事件相机的目标检测可以和开集识别算法有效结合，并解决现有的问题。  2.2 技术可行性  实现本项目的基本技术来自于研究已经相对成熟的目标检测领域，以及新颖的开集识别理论。技术方面，我们对现有的开集识别算法和事件相机目标检测有了较深入的学习和研究。借助于上述支撑条件，本项目组可以顺利地完成项目的技术创新和系统开发。  2.3 团队可行性  本项目组成员专业能力和学习能力极强，不仅在专业文化课方面成绩优异，而且都具有强烈的科研热情,对计算机视觉领域有浓厚的兴趣。不仅如此，大部分成员均有项目参与经历，且在多项比赛中获得过不错的奖项，能够熟练使用Pytorch框架进行实验的复现以及代码的编写。  本项目组的指导老师为四川大学计算机学院(软件学院、智能科学与技术学院)副研究员硕士生导师，人工智能和计算机视觉领域的国际权威期刊(IJCV、IEEETIP等)以及中国计算机学会(CCF)A类推荐会议(CVPR、NeurIPS、ICCV、AAAI)上发表学术论文二十余篇，其中第一、通讯作者十篇，谷歌学术引用超过四千次，Github开源项目获超过一千star。作为项目负责人承担了四川省自然科学基金项目等。 |
| 4．**本项目的特色与创新点（**建议2-3点**）**； |
| 1. 使用低延迟、高动态范围、低运动模糊的事件相机进行目标检测，应用场景广泛，现实应用意义重大。  2. 对事件相机的目标检测增加开集识别能力，更加适应于现实真实情况。 |

|  |
| --- |
| 1. **研究基础与工作条件** |
| 1．**项目负责人研究基础**（建议300字以内） |
| 卢昊，2023级计算机学院，计算机与金融双学位。熟练掌握C/C++，python语言，对机器学习，深度学习以及计算机视觉有浓厚的兴趣，具有良好的代码能力与扎实的数理基础，熟练掌握与应用深度学习框架pytorch，对机器学习知识（支持向量机、聚类等）有一定了解，熟悉深度学习基础理论与模型（深度神经网络、CNN、RNN等），并对Transformer、YOLO、faster R-CNN等模型有一定了解。 |
| 2.**指导教师研究基础**（与本项目相关的研究工作积累和已取得的研究工作成绩，建议300字以内）； |
| 王韬，四川大学计算机学院(软件学院、智能科学与技术学院)副研究员硕士生导师。研究方向为计算机视觉、深度学习，目前主要研究开放环境视觉目标感知，以及数据高效和模型高效算法设计。在人工智能和计算机视觉领域的国际权威期刊(IJCV、IEEETIP等)以及中国计算机学会(CCF)A类推荐会议(CVPR、NeurIPS、ICCV、AAAI)上发表学术论文二十余篇，其中第一、通讯作者十篇，谷歌学术引用超过四千次，Github开源项目获超过一千star。作为项目负责人承担了四川省自然科学基金项目等。担任IJCV、TPAMI，TIP等多个国际重要 SCI期刊审稿人，担任NeurIPS、ICML、ICLR、CVPR、ICCV、AAAI等多个重要国际学术会议高级程序委员/程序委员。指导老师的专业背景和丰富经验将为项目提供强大的支持和引导，保障项目顺利实施。 |
| 3．**工作条件**（建议200字以内） |
| 本项目研究依托四川大学数据智能与计算艺术实验室。实验室团队人才结构合理，学术水平较高，合作基础雄厚，是一个面向国内、国际学术舞台的高水平科研实验室。团队现有国家杰青1人、国家优青(海外)1人、国家青千1人，拥有中高级以上职称的研究人员和研究生80余名，已发表学术论文450余篇，获国家发明专利授权30余项，并于2019年获得国家自然科学二等奖。  实验室还是西南地区首个引进浪潮AIStation人工智能开发资源平台的高校科研团队，平台强大的资源调度和管理能力为本项目提供了良好的实验条件和有力的计算保障。特别是对于基于事件相机的开集识别项目，该平台提供了高效的数据处理和模型训练支持。  同时，实验室所在的四川大学计算机学院牵头建设了多个国家级实验室、省部级工程中心和省级协同创新中心，包括：“天府工程数值模拟与软件创新中心”国家级工程中心、“国家空管自动化系统技术”实验室和“视觉合成图形图像技术”国防重点学科实验室。这些科研平台为本项目的顺利实施提供了良好的软硬件条件，特别是在数据采集、处理和分析方面提供了强有力的支持，这对于事件相机数据的处理和分析至关重要。 |

|  |  |
| --- | --- |
| （三）**承担的与本项目相关的科研项目情况** | |
| 指导教师曾经和正在承担和参加的省部级以上科研和教改项目情况 | 格式如下，有则填，不限条目：  1. 四川省自然科学基金青年项目，2024NSFSC1462，开放语义遥感目标检测技术研究，2024/01-2025/12，10万元，在研，主持  2.四川省科技厅创新群体项目，2024NSFSC130，下一代神经网络基础理论研究，2024/01-2027101,100万，在研，参与  3.教育部引才专项计划，xxxxxx，面向开放场景的目标感知算法研究，2024/01-2027101，90万元，在研，主持 |
| 负责人之前参与大创项目情况 | 无 |
| 项目成员之前参与大创项目情况 | 无 |

|  |  |
| --- | --- |
| （四）**完成大创项目情况**（对负责人负责的前一个大创（项目名称及编号）完成情况、后续研究进展及与本申请项目的关系加以详细说明。另附该已结题项目研究工作总结摘要和创新点（限200字）和相关成果的详细目录。未承担过的写“无”）。 | |
| 项目名称及编号 | 无 |
| 完成情况与后续研究进展 | 无 |
| 与本申请项目的关系 | 无 |
| 工作总结摘要及创新点 | 无 |

|  |  |
| --- | --- |
| **（五）申请人成果和奖励情况**  （请注意：①投稿阶段的论文可以列出；②对期刊论文：应按照论文发表时作者顺序列出全部作者姓名、论文题目、期刊名称、发表年代、卷（期）及起止页码（摘要论文请加以说明）；③对会议论文：应按照论文发表时作者顺序列出全部作者姓名、论文题目、会议名称(或会议论文集名称及起止页码)、会议地址、会议时间；④应在论文作者姓名后注明第一/通讯作者情况：所有共同第一作者均加注上标“#”字样，通讯作者及共同通讯作者均加注上标“\*”字样，唯一第一作者且非通讯作者无需加注；⑤所有代表性研究成果和学术奖励中本人姓名加粗显示。） | |
| **1.代表性成果（**包括论文、专利、专著、科创竞赛获奖、学术交流活动、奖学金等，限合计5项**）** | |
| 论文 | 无 |
| 专利 | 无 |
| 专著 | 无 |
| 科创竞赛获奖 | 卢昊：  24年蓝桥杯省赛三等奖  24年数学建模美赛获得H奖  服务外包创新创业大赛西部赛区获得省三等奖  数川杯获得校二等奖 |
| 学术交流活动 | 无 |
| 奖学金 | 卢昊 国家奖学金，校综合一等奖学金 |
| **2.代表性之外成果和奖励（**限合计不超过5项**）。** | |
| 无 | |

|  |  |
| --- | --- |
| **（六）预期成果形式（**可多选**）** | |
| 1. ☑SCI论文 1 篇  2.□核心期刊论文 篇  3. ☑会议论文 1 篇  4.□内部编印期刊论文 篇  5.□授权发明专利 项  6.□申请发明专利 项  7. ☑创新创业类竞赛获奖  8.□参加国际国内学术交流活动  9.□其他 名称： | |
|  |  |
| **（七）项目经费概要**（按申报项目目标任务需要进行预算，经费执行情况将与结题考核成绩挂钩） | |
| **1.申请经费明细**  （1）仪器设备费 2500  （2）耗材费 500  （3）测试加工费  （4）国内会务及差旅费  （5）国外会务及差旅费  （6）文献/知识产权事务费 1500  （7）办公费（含文印、办公用品等） 500  （8）其他费用  **2.合计 5000** | |

|  |
| --- |
| **评审情况** |
| **指导教师意见：** |
|  |
| **指导教师（签名）： 年 月 日** |
| **学院推荐意见：** |
|  |
| **主管院长签名： 年 月 日** |
| **学校专家评审意见：** |
|  |
| **组长签名： 年 月 日** |
| **学校认定意见及批准经费：** |
|  |
| **学校负责人签名： 年 月 日** |