附件2：

**杭州师范大学“本科生创新能力提升工程”项目申报书**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目名称** | | 嵌入式智能视觉检测泛用式平台开发 | | | | | |
| **申请人姓名** | | 吴银杰 | | **学院专业班级** | 软件工程211 | | |
| **联系电话** | | 18358040811 | | **E-Mail** | windbless@yeah.net | | |
| **指导**  **教师** | **姓名** | 周迪斌 | | 杨鹏飞 | | | 朱江萍 |
| **职称** | 讲师 | | 讲师 | | | 讲师 |
| **依托实验室名称** | | 机器视觉与人工智能实验室 | | | | | |
| **项目经费预算** | | 3000.00元 | | **项目实施周期** | 2023年5月—2024年5月 | | |
| **项目组成员** | | **姓名** | **所在学院专业班级** | | | **承担任务** | |
| 吴银杰 | 信息科学与技术，软工211 | | | 平台搭建与软件开发 | |
| 华政 | 信息科学与技术，计算机216 | | | 软件开发与测试 | |
| 郭馨蔓 | 信息科学与技术，计算机216 | | | 需求分析与功能设计 | |
| 朱俊豪 | 信息科学与技术，计算机215 | | | 系统原型设计 | |
| 张宁宇 | 经亨颐，数学212 | | | 专利申请撰写 | |
| **项目内容及实施方案：** （一）研究目的 嵌入式视觉检测作为人工智能技术的一种应用，在工业、医疗、交通等领域，嵌入式视觉检测已经得到了广泛的应用。对于工业生产而言，嵌入式视觉检测可以大大提高生产效率和产品质量，降低人力成本和事故风险。对于医疗而言，嵌入式视觉检测可以辅助医生进行诊断和治疗，提高医疗水平和效率。对于交通而言，嵌入式视觉检测可以实现交通流量监测和交通事故预警，提高交通安全和交通效率。  嵌入式视觉检测的研究对于推动人工智能技术的发展具有重要的现实意义。随着人工智能技术的不断发展，嵌入式视觉检测的应用场景也在不断拓展。嵌入式视觉检测可以与其他人工智能技术相结合，实现更加复杂的任务和功能。例如，与自然语言处理技术相结合，可以实现智能交互和语音识别；与机器学习技术相结合，可以实现自动化学习和决策。  嵌入式视觉检测还可以带来经济效益和社会效益。随着嵌入式视觉检测技术的成熟和应用的普及，可以带来更多的商业和就业机会。  在嵌入式视觉检测的研究中，还存在许多挑战和问题需要解决。例如，如何实现高效的算法和快速的处理速度，如何提高检测的准确度和鲁棒性，如何解决数据隐私和安全问题等等。这些问题需要不断的研究和探索，以满足不同应用场景的需求。  随着人工智能技术的不断发展和应用的普及，嵌入式视觉检测的应用前景将会更加广阔和深远，我们的目标就是开发一款泛用性高、性能高、便携度高且易普及的人工智能算力平台。 （二）研究内容 本智能视觉检测系统是基于英特尔的工业边缘洞见平台(EIS)的架构模式和基本组件进行设计和开发，系统主要由客户端、数据采集、数据处理、数据存储、数据传输、配置管理和图像处理算法七个模块组成，各模块间通过消息总线进行网路连接。系统各模块采用分布式独立部署，有效的提高了系统数据处理能力、容灾能力和可扩展性。  描述智能视觉检测系统的整体架构设计和各模块的核心实现逻辑，但并不讨论具体的图像处理算法。系统采用分布式的架构和配置化管理。数据处理模块根据配置参数信息创建图像处理流程，并通过动态加载方式构建工具对象。在配置模式下，数据处理模块可以根据用户修改的图像处理工具参数，实时的对参考图片进行处理，并将处理结果反馈给用户。在运行模式下，数据处理模块将实时处理数据采集模块所采集的待检测产品图像，并将图像处理结果发送给客户端。配置管理模块作为系统的核心存储模块，采用ETCD作为系统的嵌入式 key-value存储系统，负责管理视觉检测系统中所有的配置参数信息。ETCD具有高可用和强一致性的特点，并且提供持久化的功能，原生支持分布式系统的配置管理功能。配置参数信息以key-value的形式存储在ETCD 中，其中 key采用树结构模拟目录，这便于实现配置参数的范围获取和范围监听功能。数据采集模块通过开源的Aravis视觉平台和工业相机对待检测产品进行实时图像采集。客户端主要提供系统控制、显示图像处理结果和配置图像处理工具参数的功能。用户在客户端对图像处理工具的参数进行修改之后，客户端将更新配置管理模块上的系统配置参数信息。由于配置参数的更新操作，将触发ETCD的Watch机制。最后数据处理模块监听到配置参数变化，重新获取工具的配置信息，然后对测试图像进行处理，并将处理结果发送给客户端。    嵌入式智能视觉检测泛用式平台开发是指开发一种通用的平台系统，该系统能够适应多种不同的嵌入式智能视觉检测的需求。该平台系统具有以下特点：    图2 平台系统特点总结图  可扩展性：平台系统具有可扩展的结构，能够支持多种硬件和软件的集成，能满足不同的检测需求。  模块化设计：平台系统采用模块化设计，将各个功能模块独立开发，便于维护和升级。  高性能计算：平台系统采用高性能计算平台，能够快速处理大量的图像和数据，提高检测准确率和效率。  自适应算法：平台系统采用自适应算法，能够根据不同的应用场景和环境条件，自动调整算法参数和模型，提高检测鲁棒性和稳定性。  可视化界面：平台系统具有友好的可视化界面，便于用户进行操作和管理。  数据管理：平台系统对检测数据进行统一管理，方便用户进行数据查询、分析、导入和导出。  安全性：平台系统使用加密和认证技术，保障数据的隐私性。  通过开发嵌入式智能视觉检测泛用式平台，可以大大降低嵌入式智能视觉检测系统的开发成本和周期，提高系统的可靠性和稳定性，从而更好地满足用户的需求。  **（三）国、内外研究现状和发展动态**  计算机视觉是为机器视觉提供了图像处理和图像分析的理论及算法基础，而机器视觉为计算机视觉提供了图像获取模型、系统架构和实现方式。在20世纪60年代，拉里·罗伯茨（Larry Roberts）在麻省理工学院撰写的博士学位论文中首次提出了机器视觉这一概念，并讨论了如何从2D 图像中获取3D图像信息的可能性。20世纪70年代，麻省理工学院（MIT）逐渐设置了机器视觉相关的课程。1978 年，大卫·马尔(David Marr)创造了一个全新的方法:利用机器视觉来理解现实存在的场景，该方法以计算机生成的2D图来获取3D图像的重要信息。20世纪80年代，机器视觉在人工智能领域迅速崛起，提出了很多新的理论和概念。利用光学的知识应用在医学、农业、军事、科技、生活等，它可以用于获取信息。上世纪 90 年代开始，机器视觉在工业生产中的应用越来越广泛，于是机器视觉行业开始兴起，机器视觉系统的成本也降低。  目前，机器视觉技术在欧美和日本等发达国家的发展步伐依旧较快。发达国家凭借具有强大的工业基础和几十年的技术积累，诞生了很多机器视觉领域的国际大企业，包括 DVT、西门子、COGNEX、欧姆龙、EVISION 等，它们至今仍然机器视觉领域的主导地位。  上世纪 80 年代后期，机器视觉技术逐渐进入中国，最早是应用在自动化行业。在相当长的一段时间里，机器视觉技术都只是在普及和推广阶段，和国际先进技术相差甚远，中国的机器视觉技术，无论是从硬件到软件都有着巨大差距。这就必然导致产品的开发成本高且效率低下。即便面临着种种困难，但是中国政府提供了很多发展机器视觉的优惠政策，例如：降低设备成本、扩大市场发展、完善基础设施等，使得中国机器视觉的发展得到了支撑。  国内引入机器视觉比较晚，研发的机器视觉产品还不够普及，导致有关机器视觉技术行业应用十分局限。但是在我国东部沿海及珠三角地区的机器视觉技术发展迅猛，因为国际电子行业和半导体行业逐渐向这些地区转移发展，使得这些行业聚集在该地区。随着我国制造业快速发展，给机器视觉技术应用得到了快速发展，很多研发机器视觉技术的企业都相继发展起来。随着各行各业对机器视觉需求越来越大，我国也加大投入完善机器视觉的基础设施以及技术、资金积累，并且在国内高校开启了相关课程，培养更多机器视觉的人才。研究所和相关企业在图像处理算法和机器视觉技术领域积极实验和创新，使得机器视觉技术相关产品在各行业得到广泛的应用。  在国家政策层面上，先后提出的《中国制造 2025》和《智能制造装备产业“十二五”发展规划》等发展规划，以及政府大力倡导企业数字转型和智能制造。国内众多高校开始更多的投入到机器视觉的理论和实践方面的研究，并且从国内机器视觉领域论文的引用数量和申请的专利数量来看，都取得了较大的进步。从2009年开始，我国的机器视觉行业进入快速发展阶段，目前在机器视觉市场方面，中国处于世界第三，仅次于美国和日本。从 2016 年到 2020 年，中国市场将达到 10 亿美元，增长率将预计保持在 20%以上。国内也涌现出一批机器视觉技术相关领域的科技企业，虽然还不能和国际上老牌机器视觉公司相比，但也不乏有些相对成熟的企业，例如科创、维视等。中国将成为世界范围内机器视觉应用市场最大的国家。  在国外，嵌入式视觉检测平台的研究已经有了相当长的历史。目前，美国、欧洲和日本等国家和地区的公司和研究机构都在进行深度的研究和开发。其中，美国和欧洲的市场份额最大，主要应用于工业和医疗领域。随着人工智能技术的发展，深度学习技术在嵌入式视觉检测平台中的应用越来越广泛。同时，随着物联网技术的发展，嵌入式视觉检测平台也与物联网技术结合，实现更加智能化和自动化的应用。  在国内，嵌入式视觉检测平台的研究起步较晚，但近年来得到了快速的发展。目前，国内的嵌入式视觉检测平台主要应用于工业、交通和医疗等领域。其中，工业领域占据了最大的市场份额，主要用于产品检测和生产流程监测。在技术方面，国内的嵌入式视觉检测平台主要采用了传统的机器视觉技术和基于深度学习的技术。近年来，人工智能技术的发展也引起了国内嵌入式视觉检测平台领域的广泛关注。同时，随着国内物联网技术的发展，嵌入式视觉检测平台与物联网技术的结合也呈现出越来越明显的趋势。  嵌入式视觉检测平台的研究在国内外都处于快速发展的阶段。未来，随着人工智能技术和物联网技术的不断发展，嵌入式视觉检测平台的应用场景和技术手段也将会不断拓展和完善。 （四）创新点与项目特色   图3 本项目的创新点总结图  **1.算法优势**  相较于Darknet 53.conv，我们的算法有如下优势：  (1)成本低  Orange Pi4虽然算力相对较小，但其成本较低，非常适合用于部署小型视觉开发平台。相比于其他高端硬件，Orange Pi4具有相对较小的体积，因此它可以轻松地被集成到小型设备中。此外，它的低功耗设计也使其非常适合在需要长时间运行的场景中使用。虽然它的算力不如其他高端硬件，但Orange Pi4的性能仍然能够满足大多数小型视觉开发项目的需求。因此Orange Pi4是一款性价比高的小型视觉开发平台。  (2)准确性较高  我们利用如下做法来提高准确性：  （1）调整超参数：对模型的学习率、批量大小、权重衰减等超参数按照设定的阈值进行调整，使模型更快或者更稳定地收敛，提高模型的准确性和泛化能力。  （2）数据增强：通过数据增强（如随机裁剪、缩放、翻转等）增加训练数据的多样性，缓解模型过拟合问题，同时也可提高模型的鲁棒性和准确性。  (3)算力较小，算法较快  我们对模型进行剪枝、识别并删除冗余或不必要的层或特征，可以减小模型规模，降低计算复杂度和存储成本，有助于增加模型的响应速度和效率。  (4)结构精简  模型压缩：从结构角度来优化模型设计，可以通过使用轻量化的结构（如MobileNet等）或压缩算法（如蒸馏算法，矩阵分解等）实现模型加速和减少内存需求。  (5)鲁棒性高  对抗训练：利用对抗性样本训练算法，引入一些攻击性的样本来加强模型的鲁棒性和防御能力，增加其对于外界的抵抗能力。  **2.平台整合-软硬件设计**  开发的视觉检测平台不仅具有高度的软硬件整合，而且还集成了多个功能软件，让用户可以随时切换和升级。整合性的设计使得平台采用了组件式设计和拖拉式设计，操作简便。同时，这种软硬件的整合设计还可以提高系统的稳定性和可靠性，从而降低了故障的风险和维护的成本。此外，开发的平台还具有高度的可编程性和可扩展性，用户可以根据自己的需求对系统进行自定义配置和扩展，使得系统更加适合自己的具体应用场景。    图4 组件式设计优点总结图  可重用性：模块化的代码更容易被重用，提高了代码的复用率和可维护性。  隔离性：不同组件之间具有较高的隔离性，一个组件的错误不会影响到其他组件，从而提高了系统的稳定性和可靠性。  并行开发：不同开发人员可以独立开发、测试和集成各个组件，提高了开发效率和团队协作能力。  **拖拉式设计优点：**    图5 拖拉式设计优点总结图  定制性：用户可以自定义界面和布局，根据自己的需求更方便地搭建应用程序。  视觉化：通过视觉化的交互方式，让用户更直观地理解信息、数据、相互之间的关系。  提高效率：快速生成UI，提升开发效率，减少编码、构建UI等繁琐细节工作的时间消耗。  开发的视觉检测平台能够为用户提供组件式设计和拖拉式设计的功能，使得用户可以更加灵活和方便地设计和实现自己的功能需求。这种设计方式非常适合那些需要快速迭代和改进的项目，可以大大降低开发成本和时间。同时，我们的平台还采取了分布式和云式训练方式，可以预先训练好模型，以加快实际应用场景中的识别速度和准确度。这种训练方式可以显著提高系统的性能和效率，同时还可以减少用户的训练时间和成本。此外，我们的平台还支持自定义训练模型，用户可以根据自己的需求进行模型训练和优化，以满足不同场景下的需求。总之，开发的视觉检测平台在功能设计和训练方式上都具有非常强大的优势，为用户的开发和创新提供了非常好的支持和帮助。  **3.软硬件强度提升和设备老化的减轻**  鲁棒性往往是算法模型评估的一个重要指标。随着数据规模的增大、多样性的增加和环境的改变，如果没有一个较好的鲁棒性，模型对于所拥有的数据的表现也许无法很好地泛化，甚至在实际应用场景下，模型可能会面临攻击或欺诈的风险，因为模型对于来自未知来源且存在恶意、干扰元素的数据可能会产生误判。  在我们的模型中，我们将使用如下方法来实现较高的鲁棒性：  (1)数据预处理阶段：在算法实现之前，我们先对数据进行一些预处理，例如去除多余的卷积、填充缺失值等。  (2)特征选择阶段：对数据进行特征选择可以避免不必要的信息干扰，并使模型更加专注于重要的特征，从而提高稳定性和鲁棒性。  (3)对抗训练阶段：针对可能产生攻击或敌对样本的情况，在训练过程中增加一些具有威胁性的样本，从而提高模型的对抗性和鲁棒性。  (4)对抗检测阶段：利用对抗样本生成法（对抗样本是通过向原始数据中添加一些微不足道的扰动，以欺骗模型的异常输入来检测和识别攻击或异常样本，从而保证模型的运行安全和稳定性。  使用上述方法可以有效解决一些信息干扰，使得硬件的抗老化性得到一定程度的提升，与同类研究的其他算法相比，利用同一硬件时，我们的算法使硬件可以适应的温度以及湿度范围更广，  **（五）技术路线、拟解决的问题及预期成果**  **嵌入式智能视觉检测平台的技术路线**  硬件平台选择：根据应用需求和性能要求选择适合的嵌入式硬件平台，我们选择了鲜橙派。  视觉算法设计：根据应用场景和需求，选择合适的视觉算法，如目标检测、图像识别、人脸识别等，或者基于深度学习的算法，如卷积神经网络等。  软件开发：开发相应的软件平台，包括图像采集、预处理、算法实现、数据存储等。  系统集成：将硬件和软件进行有机整合，形成完整的嵌入式智能视觉检测平台。  嵌入式智能视觉检测系统包括数据采集、数据处理、获取处理的结果等过程。根据实际需要可以将数据处理及数据存储模块都部署在云端服务器，线下将采集的数据通过消息总线连接其它模块。系统主要分为以下五个核心模块：数据处理模块、数据传输模块、配置管理模块、数据采集模块以及客户端模块。  数据处理模块：该模块作为核心组件，主要功能是对待检测图像的处理。此外，数据处理模块需要持续监听配置管理模块中配置参数信息的变化，并根据配置参数创建图像处理流程。在每个图像处理流程中，实时的对数据采集模块传回的待检测图像进行处理，并将图像和检测结果通过消息总线发送给客户端模块。  数据传输模块：该模块作为系统的消息总线，底层基于ZeroMQ实现，主要的功能是负责数据采集模块、数据处理模块和客户端模块之间的数据传输，其中数据处理模块与客户端模块采用发布订阅模式进行通信。由于图像的采集与传输的数据量都比较大且对实时性的要求高，而 ZeroMQ消息队列正好具备这些特征。  配置管理模块：该模块的功能主要是负责对配置参数信息的管理，参数信息包括配置参数、工具参数、模板图片和测试图片。该模块采用ETCD分布式存储系统作为参数管理，同时提供图片存取、配置信息存取和 Watch 监听接口。  客户端模块：该模块是系统与用户交互的图形界面，主要提供系统控制、配置模版图片、添加或删除图像处理工具、调整工具参数和显示检测结果等功能。  数据采集模块：该模块负责的主要功能是通过Aravis视觉平台和工业相机进行实时图像采集，并通过数据总线传输给数据处理模块。  **嵌入式智能视觉检测平台的应用场景**  工业自动化：在生产线上使用嵌入式智能视觉检测平台来检测产品的质量，如缺陷、尺寸、颜色等。  智能安防：通过嵌入式智能视觉检测平台来检测人员、车辆、物品等，实现自动监控。  智能家居：通过嵌入式智能视觉检测平台来检测人员的位置、行为等，实现自动化控制。  医疗健康：通过嵌入式智能视觉检测平台来检测疾病、病变等，辅助医生诊断。    图6 嵌入式智能视觉检测平台的应用场景图  **拟解决的问题**  如何有效集成传统算法、拓宽应用领域：针对国产缺陷检测软件功能单一化的问题，本系统拟实现多功能的封装融合，将轴承计数、轴承油脂检测、轴承铆钉压盖检测及轴承内外径外观检测等传统算法加以封装融为一体形成轴承视觉系统；瞄准算法准确度，融入YOLO目标检测算法等深度学习框架，从根本上提高算法鲁棒性、通用性以及计算的效率；此外，结合团队目前在纺织物缺陷检测上的技术突破，本系统还将拓宽应用领域，适用于纺织物、PCB板的缺陷检测。  如何设计好用户交互友好、便于工人操作的系统界面：针对从业人员文化水平低等痛点，为了降低其学习成本，本系统拟增加自动参数检测功能与自动配置、智能参数等辅助模块，能够加速产品参数设置，降低操作难度，加快一线工人的操作速度，减轻其负担，便于工人进行操作。  性能提升。目前系统中实现的图像处理工具并不多，通过数据处理模块提供的工具动态创建功能，可以很方便的在系统中添加大量的图像处理工具。由于现在系统中的图像处理工具比较单一且实现算法较为简单，所以可以获取不错的时延。在后续的系统升级中可以使用英特尔开源的计算机视觉加速优化框架OpenVINO进行推理加速。OpenVINO是一个Pipeline工具集，同时可以兼容各种开源框架训练好的模型，拥有算法模型上线部署的各种能力，在英特尔的硬件平台上可以获得不错的性能提升。嵌入式智能视觉系统的设计与实现借鉴了英特尔的工业边缘计算框架 EIS的架构思想和基本组件，在后面的系统升级中要充分利用EIS架构的优势，取其精华，去其糟粕。智能视觉检测系统在测试时系统的稳定性、安全性以及人机交互等方面的表现仍需要在实际的生产环境中才能得到真正的检验。  **嵌入式智能视觉检测平台的预期成果**  高效率：该视觉检测平台通常采用专用硬件和算法，可以实现高效率的图像处理和识别。  低成本：该视觉检测平台通常采用低成本的硬件平台，可以实现低成本的图像处理和识别。  高准确度：该视觉检测平台采用的算法通常具有高准确度，可以实现精确的图像识别和检测。  便携性：该视觉检测平台通常具有小巧轻便的特点，可以实现便携性和灵活性。  **（六）项目研究进度安排**  (1)2023年4月-2023年5月：收集、整理国内外同类研究的文献资料，梳理相关理论及技术方法，制定好项目开发的大纲与分析框架；  (2)2023年5月-2023年6月：嵌入式智能视觉检测平台的原型设计与需求分析。  (3)2023年6月-2023年7月：嵌入式智能视觉检测平台的主要功能模块设计。  (4)2023年7月-2024年1月：嵌入式智能视觉检测平台的主要功能模块实现。  (5)2024年1月-2024年8月：嵌入式智能视觉检测平台的代码集成测试与调整。  (6)2024年8月-2025年6月：专利申请和撰写论文。 已有基础 本项目依托杭师大机器视觉与人工智能实验室，项目组指导老师在基于人工智能的机器视觉检测领域有长达数年的工程和研发经验，并与该行业多家企业与公司建立了广泛深入的交流与合作。目前，项目指导老师，已经在机器视觉算法设计领域有多年技术累积和研发经验，在相关的图像分割和配准、图像优化、视觉检测等领域都有深入的研究，项目组配备了双目相机、深度相机、其他有关机器视觉研究的设备以及自主研发的机器视觉检测平台。  近几年与企业合作的横向科研项目有：  1)医疗智能影像检测系统技术支持，横向 主持，2020-2022，48万；  2)轨道数据标注，横向 主持，2020-2022，10万；  3)工业智能制造，横向 主持，2018-2022，36万。 | | | | | | | |
| **预期成果：**（请明确论文发表篇数、专利申请个数，实物作品如软件开发、产品设计数量等，项目研究报告不作为项目验收成果）  申请新型发明专利：1个  开发嵌入式机器视觉检测系统：1套  申请高级别的比赛 | | | | | | | |
| **经费预算与用途：**（资料费、试剂、药品、论文发表等）  资料费：500元  申请专利费：2500元 | | | | | | | |
| **指导教师意见**：  该项目组成员在杭师大机器视觉与人工智能实验室从事机器视觉相关课题研究，已经积累了机器视觉检测有关的项目开发经验，其方案切实可行，同意申报。  签名：周迪斌 杨鹏飞 朱江萍  2023年5月10日 | | | | | | | |
| **学院推荐意见：**  签名、盖章：  年 月 日 | | | | | | | |
| **学校审核意见：**  盖章：  年 月 日 | | | | | | | |