

基于深度学习与板卡控制的 AOI 识别算法应用研究

吴 鹃

(西安职业技术学院动漫软件学院, 西安 710077)

摘 要: 文中提出了一种基于深度学习与板卡控制的 AOI 识别算法。首先, 基于卷积神经网络模型和 AOI 识别问题, 对模型方程进行分析, 选用卷积网络模型, 建立识别方法。然后, 结合深度神经网络模型, 通过对训练样本的归一化与二分类处理, 对 AOI 进行预训练。随后, 将训练样本分组, 有放回式的逐组加入模型训练, 得到新的识别模型, 并通过代码工程化来实现。然后, 引入板卡技术, 有机组合 IO 卡、运动控制卡和独立图像显卡, 根据每种板卡优势和特性, 设计系统框架, 支持系统的自动化与高速化运行。最后, 整合软硬件, 建立识别系统, 并进行实地场景应用测试, 实验结果显示: 较已有的相关 AOI 技术相比, 所提算法具有更高的识别稳定性和可重复性, 为智能制造设备提供算法和系统基础。

关键词: 卷积神经网络; 板卡; AOI; 模型训练; 样本集

中图分类号: TP242 **文献标识码:** A

Development of AOI algorithm based on deep learning and board control

WU Juan

(School of animation software Xi'an Vocational and Technical College Xi'an 710077, China)

Abstract: An AOI identification algorithm is proposed based on deep learning and board control. Firstly, a recognition method is established based on convolution neural network model, the model equations is analyzed, the convolutional network model selected. Then, combined with the deep neural network model, the AOI is pre-trained by normalizing and binary classification processing of the training samples. On this basis, the training samples are grouped and a replacement type is added to the model training group by group to obtain a recognition model. Then, the board technology is introduced to combine IO card, motion control card and independent image card. According to the advantages and characteristics of each board, the system framework is designed to support the automation and high-speed operation of the system. Finally, the scene application test is carried out after the integration of software and hardware, the establishment of a recognition system. The experimental results show that compared with the existing AOI technology, the proposed algorithm has higher recognition stability and repeatability, and provides the algorithm and system foundation for intelligent manufacturing equipment.

Key words: convolutional neural network; board; AOI; model training; sample set

0 引言

AOI 识别属于计算机视觉领域中的目标识别研究, 国内研究人员已经取得了一定研究成果, 如辛超^[1]提出基于 AOI 技术的 PCB 缺陷检测, 分别进行硬件选型和软件研究, 建立 PCB 缺陷视觉检测系统, 基于轮廓对比和匹配的数据分析方法进行缺陷

检测。但是该技术依赖轮廓形状对比, 在轮廓形状复杂且难获得的情况下, 检测结果往往达不到工程

收稿日期: 2020-01-14

基金项目: 陕西省教育厅 2019 年度科学研究计划(19JK0815); 陕西省职业技术教育学会 2019 年度职业教育研究课题立项(SZJYB19-330)

作者简介: 吴鹃(1982-), 女, 硕士, 副教授, 研究方向为图像处理、计算机应用。

要求。如蒲亮^[2]提出基于优化 K-D 树的大面积高密度 PCB 快速 AOI,优化 K-D 树的 AOI 系统查询,建立树和进行完整检测,解决效率和识别问题。但是该系统的决策树判断机制依赖人为设定特征经验,在实际多变的应用场景中,往往缺乏普适性和稳定性。寇冠中^[3]提出基于深度学习的 AOI 算法,采用通过 RGB 环形光源反映形态特征的二维 AOI,采用特征升维,将技术迁移到三维 AOI,并测试了其方法的有效性,但其适应性不理想。

对此,本文开发出了一套结合硬软件的解决方案,采用图像处理技术,完成缺陷位置检测;研究各种深度学习模型及其特性,并收集大样本,建立神经网络模型,完成缺陷识别;在软件基础上,进行板卡及硬件选型,并有机整合,设计完整的自动化检测系统。

1 AOI 识别算法

本文所提算法将 AOI 识别技术应用在液晶面板 PCB 上的塌陷类缺陷。如图 1(a) 所示,为包含塌陷缺陷的图像,所提算法需要准确定位并识别出所标区域的塌陷。由图可见,所指区域应为灰色,但因为表面破坏,而露出基底材料,表现为黑色。图 1(b) 为标准正常图像,没有缺陷,可见所指区域为灰色。所提算法基于卷积神经网络模型,从卷积核、池

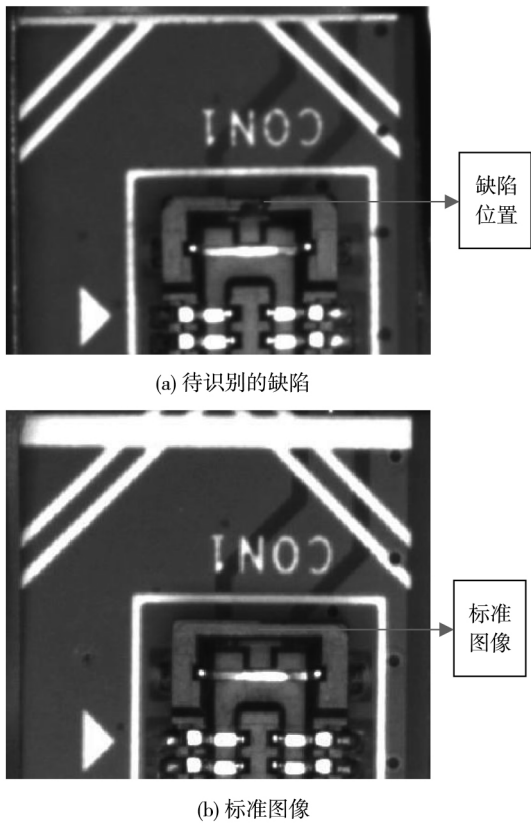


图1 缺陷与正常图像

化、全连接层,逐一分析,设计了适合解决 PCB 缺陷的模型;从训练样本的数据增强到训练顺序,设计了一个训练方案;最终整合为一个 AOI 识别模型。同时,设计了一个基于板卡的硬件结合方案,图像采集卡负责图像输入,IO 卡负责采集 PCB 到位信息,运动控制卡负责流水传送带的走向和流速控制,独立显卡负责视觉识别算法的高速运行。如图 2 所示,为本系统的方案框架,可见本系统融合了算法与硬件板卡,整合出一个可以落地的产品设备。

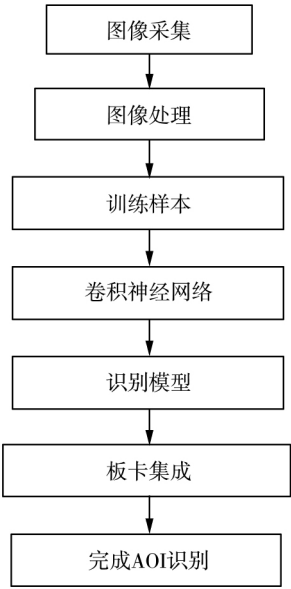


图2 本文算法的 AOI 识别过程

1.1 基于深度学习的 AOI

AOI 识别的对象在实际应用中有很多,PCB 电路板各种缺陷:虚焊、接头过长、误焊和塌陷。所提算法以塌陷类的 AOI 缺陷为例来展开研究。首先进行缺陷样本收集,根据工程要求和品质打回的缺陷样品,进行打光采集,收集缺陷图像,并且经过品质部门认可的标准缺陷图像,共计 10000 帧缺陷图像,同时收集 10000 帧标准正常品图像。为了充分训练识别模型,设置二分类,即良品与不良品,各 10000 帧。由于深度学习特征,即加入训练样本越多,其识别模型训练结果越准确,但是在实际工程中每个训练样本的获取也是比较珍贵,需要付出成本,所以不会有无止境的训练样本提供,在这样的工程背景下,所提算法引入两种训练优化方法。

首先将 20000 帧图像进行标准化,全部用图像处理方法,处理为 96×96 的分辨率图像。因为图像分辨率越高,对于模型训练压力越大,而分辨率过小,则存在信息丢失导致识别力不足的风险,经过工程化多次数据测试,以 96×96 的大小加入训练,是

最佳图像帧样本尺寸大小。接着进行训练方式优化,所提算法采用有放回式的逐批训练方式,先将10000帧缺陷训练图像,分为10组,每组1000帧,第一次放入模型训练的样本是第1组的1000帧,第二次放入模型训练的样本是第1、2组的2000帧,以此类推到第10次放入模型训练的样本是第1到10组的10000帧;良品标准图像训练,也是类似的方式。这就是有放回式的逐批训练法,由于深度学习起源于人工神经网络,而人工神经网络模仿的是人脑思维学习机制,那么模拟人脑学习过程,如果一下子学习10000帧图像,那么压力是很大的,而且效果不好;如果分批次,逐步学习,类似于循序渐进的学习方式,那么学习效率和效果都是事半功倍的。在这样的实际原因与分析下,所提算法才用了这种训练方式,优化了模型训练结果,提升了识别效果。

卷积神经网络模型^[4-6]作为深度学习较为典型的模型,所提算法选用卷积神经网络,模型分为输入与输出,及中间转换连接处理,如下式:

$$y = \text{purelin}(W_2 * (\text{tansig}W_1 * x + M_1)) + M_2 \quad (1)$$

式中, tansig 是输入输出的全连接处理, purelin 是连接层传递函数, y, x 分别是输入输出, W_1, W_2, M_1, M_2 全连接层的参数,如下式:

$$y = \text{tansig}W_3 * (\text{purelin}(W_2 * (\text{tansig}W_1 * x + M_1)) + M_2) + M_3 \quad (2)$$

式中, W_3, M_3 是全连接层深化参数,如下式:

$$y = \text{tansig}W_4 * (\text{tansig}W_3 * (\text{purelin}(W_2 * (\text{tansig}W_1 * x + M_1)) + M_2) + M_3) + M_4 \quad (3)$$

式中, W_4, M_4 所提算法的最高全连接层参数,用来建立深度学习数学模型。

在此基础上,所提算法的目的是将模型误差降到最小,期望输出与真实输出之间误差为^[7-9]:

$$E = \frac{1}{2} \sum (R - O)^2 \quad (4)$$

式中, E 是模型输出期望 R 与真实输出 O 之间误差,该值达到最小时,模型中所对应的权值达到最优。即达到训练的目的,接着进行样本训练输入,图像帧和对应识别结果,如下公式所示:

$$x = \{a_1, a_2, \dots, a_m\} \quad (5)$$

其中, x 代表训练样本集; a 为图像帧; m 为样本个数,训练结果集合:

$$C = \{y_1, y_2, \dots, y_n\} \quad (6)$$

其中, C 代表训练结果; y 代表图像帧是良品或不良品。在此基础上引入误差概率估计函数,作为最后的训练误差控制^[10-11]:

$$F(a|c) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(a-u)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (7)$$

其中, c 代表待识别的 AOI 缺陷对象; a 代表训练样本; u 代表样本特征均值。当 F 为最小时,即完成识别。如图3为所提算法对图1(a)进行的 AOI 缺陷识别处理结果。可见 AOI 缺陷识别准确,精准定位了塌陷缺陷的位置。

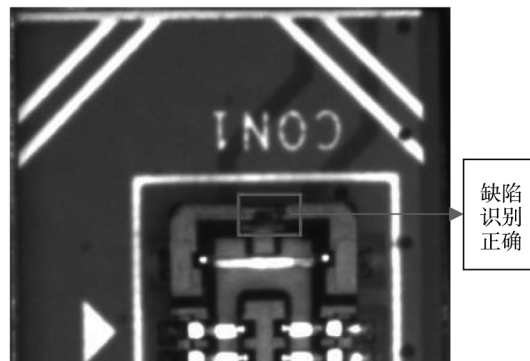


图3 AOI 缺陷识别结果

1.2 AOI 中的板卡应用

为了做出在现场可稳定使用的设备,本节在上节已实现的识别算法基础上,进行拓展,主要讨论设备系统中用到的板卡,达到软硬件整合目的。首先,本系统的图像采集技术基于图像采集卡和 Cameralink 实现。相比于网线和 USB3.0,采集卡具有更加稳定的优势同时,由于采集卡带有微处理器,还可以承担一部分图像质量优化的工作;而网线方式,基于 Gige 方式,虽然成本最低,但是受限于长度,而且稳定性受到带宽影响^[12-13]; USB3.0 虽然有热插拔优势,但是也容易受到机构件的物理限制和干扰。所提系统采用的图像采集卡保证了图像采集的质量和稳定性。

在实际产线中,来料经过传送带方式,达到 AOI 镜下,由传感器感应并发送信号给系统,另外完成缺陷检测后得到 OK 或者 NG 的结果,同样将信号返回给传送带,作分流处理。所提系统采用 IO 卡接收和发送信号,在 IO 卡上设置多个触发点,系统中建立实时检测线程,监测触点状态,来判断传送带是否有来料,以及控制触点状态来发送信号给传送带,完成 IO 卡的功能。

由于在实际检测中,往往监测多个角度或者以多种光亮度进行采集和检测^[14-15],所以相机或者光源需要空间移动。采用运动控制卡操作控制三轴机构件,完成跑位控制。运动控制卡选用固高品牌,先初始化机构件,获取初始位置,然后以脉冲的方式给予机构件运动电机,完成运动控制。

最后采集到图像后,进行算法识别处理,为了提

高系统效率,所提系统引入独立图像显卡,承担图像或学习识别累的运算,将算法分段分模块,启用独立图像显卡资源,完成图像识别功能快速响应。

系统内各种板卡关系及整合流程图如图4所示,由图可见,本系统充分利用各种板卡优势,而且整合逻辑性强,达到了设备工业级集成整合的目的。

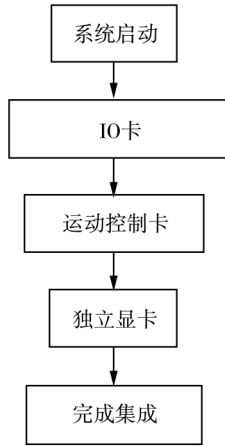


图4 系统板卡的集成过程

2 实验与讨论

本文的AOI识别系统,分为三步走,第一,基于深度学习模型,完成对AOI目标缺陷的识别。该步主要是算法层面,通过tensorflow在MFC中编程实现。第二步为开发软件系统,基于MFC框架和C++语言完成开发。第三步为软硬件整合,根据项目需求,将各种板卡优点集成并整合到设备中。最后以系统形式在产线上测试使用,并将文献[1]和文献[2]作为对照组

待识别的AOI缺陷图像,如图1(a)所示,需要在复杂多变背景中定位并识别出AOI缺陷。AOI识别系统如图5所示,可见功能有“深度学习”、“板卡控制”和“AOI识别”。

本系统结合卷积神经网络模型与大数据训练样



图5 系统界面图

本集,实现深度识别机制,在经过各种板卡的有机整合,形成系统运行于实际产线中。如图6所示,可见AOI识别正确。

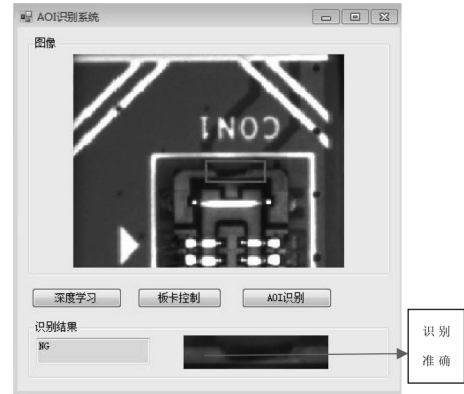


图6 本文算法的识别结果

文献[1]基于轮廓对比和匹配的数据分析方法进行缺陷检测,解决了一定缺陷程度的工程问题。但是该技术依赖轮廓形状对比,在轮廓形状复杂且难获得的情况下,检测结果往往达不到工程要求。而文献[2]优化K-D树的AOI系统查询,建立树和进行完整检测,解决效率和识别问题。但是该系统的决策树判断机制依赖人为设定特征经验,在实际多变的应用场景中,往往缺乏普适性和稳定性。分别如图7-8所示。由图发现,两个对照组的识别结果都有一定误差,其中,图7中的定位缺陷,存在定位错误,而图8也存在识别误差,都是漏检。通过实验对比,本文系统对AOI识别更加准确。

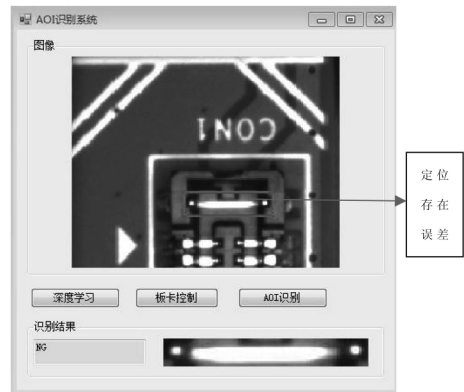


图7 文献[1]的识别结果

3 结束语

为了保证AOI识别的稳定性和准确性,以工程手段实现了一套AOI识别算法和一套AOI软硬件整合方案,形成了所提AOI识别系统。所提算法先基于大数据样本训练集,对卷积神经网络进行训练,得到适合解决AOI识别问题的模型,再经过测试集

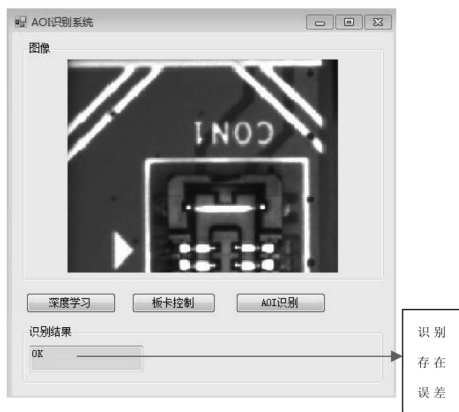


图8 文献[2]的识别结果

验证,得到识别机制,并打包独立运行于系统中。通过分析系统项目需求和工程要求,设计了各种板卡的整合方案,充分发挥板卡优势,完成软硬件系统整合。最后,经过算法测试、软件工程和系统集成,反复验证发现,所提识别系统具备很好的抗干扰性和稳定性,在实际产线环境中可以准确识别出 AOI 缺陷目标。

参考文献:

- [1] 郭民,王蕊. AOI 技术在 PCB 缺陷检测中的设计与实现[J]. 测控技术, 2016, 35(12): 127-130.
- [2] 蒲亮,叶玉堂,宋昀岑,等. 基于优化 K-D 树的大面积高密度 PCB 快速 AOI[J]. 仪器仪表学报, 2011, 32(4): 955-960.
- [3] 寇冠中,王海宇. 深度学习在 AOI 中的应用[C]. 2018 中国高端 SMT 学术会议论文集, 2018-11, 苏州: 出版社不详, 2018: 325-332.
- [4] 谭云兰,欧阳春娟,李龙,等. 基于深度卷积神经网络的水稻病害图像识别研究[J]. 井冈山大学学报: 自然科学版, 2019, 40(2): 38-45.

- [5] Onishi Y, Teramoto A, Tsujimoto M. Multiplanar analysis for pulmonary nodule classification in CT images using deep convolutional neural [J]. International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 2019, 10(3): 1011-1023.
- [6] 周雪,张舜尧,赵骏生. 基于机器视觉与 Andriod 的停车场智能管理系统[J]. 井冈山大学学报: 自然科学版, 2018, 39(6): 46-50.
- [7] 杨志刚,吴俊敏,徐恒. 基于虚拟化的多 GPU 深度神经网络训练框架[J]. 计算机工程, 2018, 44(2): 68-74.
- [8] 闫林,刘凯,段玫妤. 一种用于点云分类的轻量级深度神经网络[J]. 西安电子科技大学学报, 2019, 33(11): 130-138.
- [9] Lu Xiao-lei, Yu Jian-bo. Recognition of wafer defects based on hybrid models and manifold regulation[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2018, 24(2): 17-21.
- [10] Lu Xiao-lei, Li Qing-yong, Tan Yun-qiang. A coarse-to-fine model for rail surface defect detection[J]. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2019, 68(11): 656-666.
- [11] Shang Li-dan, Yang Qi-shui, Wang Jia-ning. Detection of rail surface defects based on CNN image recognition and classification [C]. 2018 20th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT), 2018: 1201-1219.
- [12] Zhang Zhi-qiang, Huang Rong, Han Fang. Image error concealment based on deep neural network[J]. Algorithms, 2019, 12(4): 103-112.
- [13] 安强强,郑敏. 基于深度学习的图像识别研究[J]. 自动化与仪器仪表, 2019, 16(3): 115-118.
- [14] 马欣欣,李小平. 集装箱箱号字符识别关键技术研究[J]. 现代电子技术, 2019, 42(14): 131-134.
- [15] Wang Lin-da, Wong A. Enabling computer vision driven assistive devices for the visually impaired via micro-architecture design exploration[J]. Signal Image and Video Processing, 2019, 16(5): 451-462.

责任编辑: 梁毅菲

科技论文“引言”撰写规范

引言应以简短的语言介绍论文的写作背景和目的,以及相关领域前人所做的工作和研究的概况,说明本研究与前人工作的关系、目前研究的热点、存在的问题以及作者工作的意义,从而引出本文的主题给读者以引导。引言也可点明本文的理论依据、实验基础和研究方法,简要阐述其研究内容、结果、意义和前景,但不必展开讨论。

引言的编号为“0”。

引言的写作应遵循以下原则: ①开门见山,不绕圈子; ②言简意赅,突出重点; ③尊重科学,实事求是。

求是。

引言的禁忌: ①不应与摘要雷同,也不应是摘要的注释; ②引言提出的问题在结论中应有解答,但应引言避免与结论雷同; ③引言不必交代开题过程和成果鉴定程序; ④最好不要分段论述,尽量避免插图、列表和数学公式的推导证明等的出现; ⑤切忌使用“有很高的学术价值”、“填补了国内外空白”、“首次发现”等词语,也不宜使用谦虚的词语,如“才疏学浅”、“水平有限”、“恳求指教”、“抛砖引玉”等。

引言文字要求以 150~300 字为宜。