

图像识别在电路板检测中的应用

冯攀 闫旭 马彰鑫 吕洋 蔡锦浩 虎将 翁锴强
西安应用光学研究所 陕西 西安 710065

摘要: 随着电子技术的飞速发展, 电路板已经成为电子产品中不可缺少的一部分。电路板的质量直接影响到电子产品的性能和可靠性。传统的电路板检测方法需要大量的人工参与, 效率低且容易出错。图像识别技术可以通过计算机自动完成对电路板的检测, 提高检测效率和准确性。本文主要讨论了图像识别技术在电路板检测中的应用。

关键词: 图像识别; 电路板; 检测; 应用

引言: 传统的电路板检测方式主要以目视检测为主, 需要大量的人工参与, 且容易出错。随着计算机技术的不断发展, 图像识别技术已经广泛应用于各个领域, 包括电路板的检测。图像识别技术可以自动分析电路板的图像, 快速准确地检测出各种缺陷, 提高电路板检测的效率和准确性。

1 图像识别技术概述

图像识别技术是一种利用计算机视觉和人工智能技术对图像进行处理、分析和识别的方法。它通过对图像中的特征进行提取和分析, 从而识别出图像中的对象、场景、动作等信息。图像识别技术已经广泛应用于各个领域, 如医疗、安防、自动驾驶、机器人、电子商务等。

图像识别技术主要包括以下几个方面: (1) 图像采集。图像识别技术首先需要采集图像数据, 这可以通过相机、扫描仪、雷达等设备来实现。(2) 图像预处理。采集到的图像数据通常包含大量的噪声和干扰, 需要进行预处理, 如去噪、平滑、增强等操作, 以提高图像质量和准确度。(3) 特征提取。图像中的信息通常表现为一些特征, 如纹理、颜色、形状等。特征提取是图像识别的核心步骤, 它能够将图像中的信息转化为可识别的特征向量。(4) 分类识别。通过对特征向量进行分类识别, 可以判断图像中的对象、场景等信息。分类器可以采用机器学习算法, 如支持向量机、神经网络、决策树等。(5) 应用场景。图像识别技术已经应用于各个领域, 如人脸识别、物体识别、场景识别、图像搜索等。它带来了许多便利和效益, 如安防、智能家居、自动驾驶等领域的发展。总之, 图像识别技术是一种具有广泛应用前景的技术, 它可以通过对图像中的特征进行分析和处理, 实现对图像中对象、场景等信息的自动识别和处理。

2 电路板检测概述及步骤

电路板检测是指对电路板进行质量检测和故障诊断的过程。电路板是电子产品中不可或缺的组成部分, 而

电路板的质量直接影响电子产品的性能和可靠性。因此, 对电路板的质量进行检测和诊断非常重要。电路板检测主要包括以下几个方面:

2.1 外观检测

外观检测是电路板检测中的重要步骤之一, 主要检查电路板的外观是否完整, 如表面是否平整、划痕、变形等。通过目视检测、自动光学检测、X射线检测等方法, 可以检测电路板的外观情况, 包括元器件的安装位置、焊接质量、线路的连通性等。在进行外观检测时, 需要注意检测标准、检测设备、数据处理和检测结果记录等问题。

2.2 尺寸检测

尺寸检测是电路板检测中的重要步骤之一, 主要检测电路板上各元器件、线路的尺寸精度是否达标。通过人工测量、自动光学检测、三维扫描等方法, 可以检测电路板元器件和线路的尺寸, 以验证电路板的几何精度是否符合要求。在进行尺寸检测时, 需要注意检测标准、检测设备、数据处理和检测结果记录等问题。

2.3 连通性检测

连通性检测是电路板检测中的重要步骤之一, 主要检测电路板上各元器件、线路之间的连通性是否正常, 如短路、开路等。通过人工测量、自动测试、点式测试等方法, 可以检测电路板线路的连通性, 以验证电路板的电气性能是否符合要求。在进行连通性检测时, 需要注意检测标准、检测设备、数据处理和检测结果记录等问题。

2.4 焊接质量检测

焊接质量检测是电路板检测中的重要步骤之一, 主要是检测电路板上各焊点的质量是否良好, 如焊接是否均匀、是否有瑕疵等。通过目视检测、X射线检测、热红外检测等方法, 可以检测电路板元器件的焊接质量, 以验证焊接质量是否符合要求。在进行焊接质量检测时, 需要注意检测标准、检测设备、数据处理和检测结果记录

录等问题。

2.5 功能测试

功能测试是通过模拟电路板的使用环境,测试电路板的性能和可靠性。常见的功能测试方法包括以下几个方面:(1)手动测试:通过人工操作电路板,观察电路板的功能是否正常。这种方法简单易行,但效率低下,难以保证测试的准确度和一致性。(2)自动测试:通过专业的测试设备,如印刷电路板测试机(PCB tester)、网络分析仪(NA)等,对电路板的功能进行自动测试。这种方法效率高、准确度高,但需要专业设备和技术支持。(3)软件模拟测试:通过软件模拟电路板的运行情况,对电路板的功能进行测试。这种方法适用于对电路板整体功能进行测试,但需要特定的软件和技术支持。在进行功能测试时,需要注意测试标准、测试设备、数据处理和测试结果记录等问题。

3 图像识别技术在电路板检测中的优势

图像识别技术在电路板检测中的应用优势可以提高电路板检测的效率和准确度,降低人工成本和误差率。具体如下:

3.1 自动化:传统的电路板检测方法需要大量的人工参与,效率低下且容易出错。而图像识别技术可以通过计算机自动化地完成电路板的检测,提高检测效率和准确度。

3.2 全面性:电路板上的元器件种类繁多,大小不一,传统的检测方法难以覆盖所有情况。而图像识别技术可以通过对元器件的特征进行分析,快速准确地检测出元器件是否正确安装、位置是否正确等问题。

3.3 高精度:图像识别技术可以通过对图像中的特征进行提取和分析,从而识别出图像中的对象、场景、动作等信息。这样可以提高检测的准确度和可靠性。

3.4 可重复性:图像识别技术可以通过对相同类型的图像进行训练和学习,从而实现相似图像的识别和分类。这样可以提高检测的可重复性和稳定性。

3.5 应用广泛:图像识别技术已经广泛应用于各个领域,如医疗、安防、自动驾驶、机器人、电子商务等。它带来了许多便利和效益,为电子产品的生产和质量保障提供了有力支持。

4 图像识别在电路板检测中的方法

4.1 数据采集

在电路板检测中,数据采集是图像识别技术的第一步。数据采集的目的是获取电路板的图像数据,为后续的图像处理和分析提供基础数据。数据采集可以使用相机、扫描仪等设备进行。通常情况下,相机比较常用,因为它可以快速捕捉电路板的图像,并将其转化为数字

信号。在选择相机时,需要考虑以下因素:(1)分辨率:分辨率越高,图像细节越清晰,但也会增加数据量 and 处理难度。(2)曝光时间:曝光时间越短,图像噪声越少,但也会影响图像亮度和对比度。(3)视场角度:视场角度应该能够涵盖整个电路板,避免漏检或误检的情况。(4)光源:适当的光源可以提高图像质量和准确度,但也需要避免反光和阴影等问题。

在进行数据采集时,需要注意以下几个方面:(1)保证电路板的平整度和位置稳定性,避免图像失真和偏移。(2)保证采集环境的光线充足和稳定,避免影响图像质量和准确度。(3)采集多个角度和不同光照条件下的图像,以增加数据多样性和泛化能力。(4)采集到的数据需要进行分类和标注,以便后续的图像处理和学习。

4.2 图像预处理

图像预处理主要是对采集到的图像进行处理,去除图像中的噪声和干扰,增强图像质量,为后续的图像识别和分析提供更好的基础。图像预处理主要包括以下几个方面:(1)去噪:电路板图像中常常包含噪声,如椒盐噪声、高斯噪声等。为了提高图像质量,需要对图像进行去噪处理。可以采用一些经典的去噪算法,如均值滤波、中值滤波等。(2)平滑:有时候图像中的细节过多,会影响后续的图像处理和特征提取。因此,需要对图像进行平滑处理,减少图像中的细节。可以采用高斯平滑、均值平滑等算法。(3)增强:电路板图像中有些区域可能比较暗淡,或者颜色过于单调,需要进行增强处理。可以采用直方图均衡化、对比度拉伸等算法。(4)归一化:电路板图像通常具有不同的尺寸和分辨率,为了保证后续的图像处理和分析的一致性,需要对图像进行归一化处理。(5)其他:还可以根据具体情况对图像进行旋转、裁剪、缩放等操作,以便更好地适应后续的图像分析和识别。

4.3 特征提取

特征提取主要是对预处理后的图像进行特征分析和提取,将图像转换成可识别的特征向量。在电路板检测中,元器件和线路的特征种类繁多,如形状、大小、颜色、纹理等。因此,特征提取需要结合具体的应用场景和技术手段来进行设计和实现。常见的特征提取方法包括以下几个方面:(1)形状特征:通过计算元器件和线路的形状特征,如面积、周长、轮廓等,来区分不同的元器件和线路。(2)纹理特征:通过计算图像中的纹理特征,如灰度共生矩阵(GLCM)、局部二值模式(LBP)等,来区分不同的元器件和线路。(3)颜色特征:通过计算图像中的颜色特征,如RGB、HSV等,来区分不同

的元器件和线路。(4) 尺度不变特征: 通过计算图像中的尺度不变特征, 如尺度不变特征变换 (SIFT)、加速稳健特征 (SURF) 等, 来区分不同的元器件和线路。

(5) 深度学习特征: 利用深度学习算法, 如卷积神经网络 (CNN)、循环神经网络 (RNN) 等, 从图像中自动学习特征表示, 提高特征的准确性和鲁棒性。

4.4 分类识别

分类识别是电路板检测中的关键步骤之一, 它主要是对通过特征提取得到的特征向量进行分类和识别, 从而判断电路板中元器件、线路等信息是否正确。分类器可以采用机器学习算法, 如支持向量机 (SVM)、神经网络 (NN)、决策树 (DT) 等。这些算法都需要先对训练数据进行学习, 从而生成一个能够将不同类别的特征向量分开的分类模型。在进行分类识别时, 需要注意以下几个方面: (1) 特征选择: 不同的特征对分类器的效果有很大的影响, 因此需要选择合适的特征进行分类。可以使用特征选择算法, 如方差分析、互信息等, 来选择最优的特征。(2) 分类器设计: 不同的分类器对特征的要求不同, 需要根据具体情况进行选择。例如, SVM 适合于高维度、小样本的情况, NN 适合于复杂的非线性分类问题, DT 适合于简单的分类任务。(3) 参数调节: 分类器的性能往往受到参数的影响, 需要根据实际情况进行调节。例如, SVM 中的核函数、惩罚系数, NN 中的层数、节点数等。(4) 交叉验证: 为了评估分类器的性能, 需要使用交叉验证方法, 将数据集分为训练集和测试集。可以采用 k 折交叉验证、留一法等方法进行评估。

4.5 效果评估

效果评估是电路板检测中的重要步骤之一, 它主要是对分类识别结果进行评估和分析, 以验证识别效果的准确度和可靠性。常见的效果评估指标包括以下几个方面: (1) 准确率 (accuracy): 指分类器正确分类的样本数与总样本数之比。(2) 召回率 (recall): 指分类器正确识别出正样本的数量与正样本的总数之比。(3) 精确率 (precision): 指分类器正确识别出正样本的数量与所有被分类为正样本的样本数之比。(4) F1 值 (F1-

score): 综合考虑精确率和召回率, 是一个综合评价指标。(5) ROC 曲线: 是以假阳性率 (false positive rate) 为横轴, 真阳性率 (true positive rate) 为纵轴的曲线, 用于评估分类器的性能。

在进行效果评估时, 需要注意以下几个方面: (1) 数据集划分: 为了避免过拟合和欠拟合, 需要将数据集划分为训练集、验证集和测试集, 分别用于模型训练、参数调整和效果评估。(2) 评估指标选择: 不同的评估指标对分类器的性能有不同的反映, 需要根据具体情况进行选择。(3) 评估结果分析: 对评估结果进行分析, 找出分类器的优劣之处, 为后续的改进和优化提供参考。

结语

综上所述, 随着人工智能和机器学习技术的不断发展, 图像识别技术在电路板检测中的应用越来越广泛。通过对电路板图像进行处理和分析, 可以实现电路板元器件和线路的尺寸检测、焊接质量检测等多种检测任务, 提高电路板检测的效率和准确度。同时, 图像识别技术也面临一些挑战和难点, 如图像噪声、光照变化、图像失真等问题, 需要采用合适的算法和技术手段进行处理和优化, 为电路板制造业提供更加高效、智能的检测解决方案。

参考文献

- [1] 李亮, 曹显峰, 邹小强等. 基于图像处理技术的电路板缺陷检测方法[J]. 机械设计与研究, 2018(05): 82-84.
- [2] 王磊, 李建国, 王胜利等. 基于图像处理的电路板元器件检测算法[J]. 计算机工程与应用, 2017(18): 57-61.
- [3] 胡志龙, 杨洋, 黄信宇等. 基于深度学习的电路板元器件识别研究[J]. 电子测试, 2019(07): 27-33.
- [4] 张华, 孙永安, 张俊等. 基于图像处理技术的电路板焊点质量检测方法[J]. 光学精密工程, 2017(07): 1583-1590.
- [5] 刘光明, 李伟, 董妍. 基于深度学习的印刷电路板焊接质量检测[J]. 微电子学与计算机, 2020(3): 89-92.
- [6] 李宁, 刘军, 李俊杰, 等. 基于深度学习的印刷电路板功能测试方法[J]. 微电子学与计算机, 2019(11): 42-45.