



专为工厂自动化应用设计的深度学习技术

将人工智能与机器视觉相结合

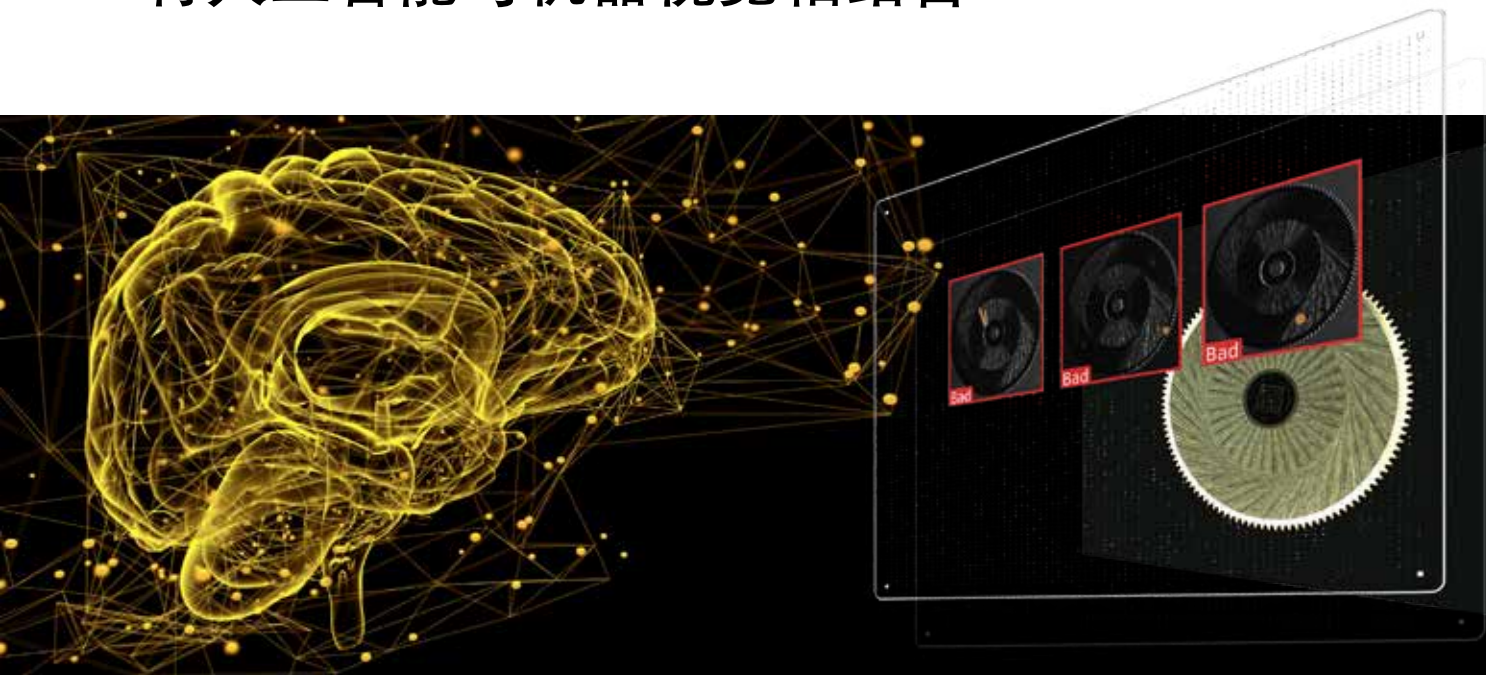
COGNEX



目录表

什么是深度学习?	3
采用机器视觉实现装配自动化	4
变化性带来的挑战.....	5
人工视觉检测的优势.....	6
适用于复杂检测应用的深度学习技术.....	7
在传统机器视觉与深度学习技术之间进行选择.....	8
康耐视ViDi套件	9
结论	9

专为工厂自动化应用计的深度学习技术 将人工智能与机器视觉相结合



什么是深度学习?

从我们口袋里的手机到自动驾驶汽车的实现，消费经济已经开始挖掘深度学习神经网络的力量。深度学习已成为我们在移动和可穿戴设备中使用的语音、文本和面部识别的基础技术，现在正开始运用于许多其他应用，包括医疗诊断、互联网安全、模式预测、关键业务决策的作出等。同时，这项技术现在也正在进入先进制造实践领域，用于质量检测以及其他基于判断的应用。

就其本质而言，深度学习是指教导机器人和机器去做对人类来说自然而然的事情，即：通过示例进行学习。新的低成本硬件使得部署模拟人类大脑中神经网络的多层仿生“深度”神经网络变得切实可行。这为制造技术提供了惊人的新功能，可以识别图像、区分趋势并作出智能预测和决策。从初始训练期间开发的核心逻辑开始，当向其呈现新的图像、语音和文本时，深度神经网络可以不断改进其性能。

基于深度学习的图像分析软件将人工视觉检测的特定性和灵活性与计算机化系统的可靠性、一致性和速度充分结合在了一起。对于使用传统机器视觉方法开发较繁琐并且通常无法维护的棘手视觉应用而言，深度学习模型可以精确且可重复地予以解决。深度学习模型可以区分不可接受的缺陷，同时容忍复杂图案中的自然变化。并且它们可以很容易适应新的示例，无需重新对它们的核心算法进行编程。

相比人类或传统机器视觉解决方案，基于深度学习的软件现在可以基于判断更有效地解决元件定位、检测、分类和字符识别挑战。行业领先的制造商正越来越多地转向深度学习解决方案和人工智能，以解决他们最复杂的自动化挑战。

采用机器视觉实现装配自动化

人类直接管理工厂生产线的日子已经一去不复返了。如今，机器能够以自动化方式执行制造、装配和材料搬运任务。配备精确对位和识别算法与引导功能的机器视觉系统已经使过去无法通过手工方式制造的紧凑型现代化元器件的制造成为了可能。在生产线上，机器视觉系统能够每分钟可靠且可重复地检测数百甚至数千个元件，远远超越人类的检测能力。

数十年来，机器视觉系统已经教导计算机执行各种检测任务，包括检测制成品中的缺陷、污染物、功能缺陷以及其他异常。凭借速度、准确性和可靠性，机器视觉擅长于对结构化场景进行定量测量。配备合适分辨率相机和光学元件的机器视觉系统可以轻松检测小到人眼无法看到的物体细节，并且能够以更高的可靠性和更少的误差对它们进行检测（图1）。

人工检测员



机器视觉



- + 速度
- + 准确性
- + 可靠性
- + 检测小到人眼无法看到的物体细节

图1. 人工检测员擅长于通过示例进行学习，并且能够区分可接受的控制偏差。相比之下，机器视觉则可以提供只有计算机化系统才能够提供的速度和可靠性。

深度学习技术与其他检测方法之比较

 相比人工视觉检测，深度学习技术：	 相比传统机器视觉，深度学习技术：
更一致 全天候（24x7）运行，并且可以在每条生产线、每个轮班和每家工厂维持相同的质量水平。	专为难以解决的应用设计 能够解决基于规则的传统算法无法或难以解决的复杂检测、分类和定位应用。
更可靠 识别超过设定公差范围的所有缺陷。	更易于配置 用户可以快速设置应用，从而加快概念验证和开发过程。
更快速 能够在数毫秒内识别缺陷，支持高速应用，并提高生产量。	容忍变化 能够处理应用中需要区分可接受控制偏差的缺陷变化。

变化性带来的挑战

传统机器视觉系统能够可靠地检测一致且制造良好的元件。它们通过分步滤波和基于规则的算法运行，比人工检测更具成本效益。但随着异常和缺陷库增长，这些算法将难以检测出这些异常和缺陷。有些传统机器视觉检测应用（比如最终装配验证）非常难以编程，原因在于存在多种变化性，导致机器难以区分这些变化，包括光线、色彩变化、弯曲率和视场（图2）。

虽然机器视觉系统能够容忍由于比例、旋转和位姿失真所引起的元件外观的一些变化，但复杂的表面纹理和图像质量问题会带来重大的检测挑战。机器视觉系统难以区分视觉上非常相似元件之间的变化性和偏差（图3）。固有的差异或异常可能是也可能并不是将元件从生产线上剔除的原因，这取决于制造商如何理解并对它们进行分类。“功能性”异常会影响元件的效用，几乎总是将元件从生产线上剔除的原因，而外观异常则可能并不是，具体取决于制造商的需要和偏好。最大的问题在于，传统机器视觉系统难以区分这些缺陷。

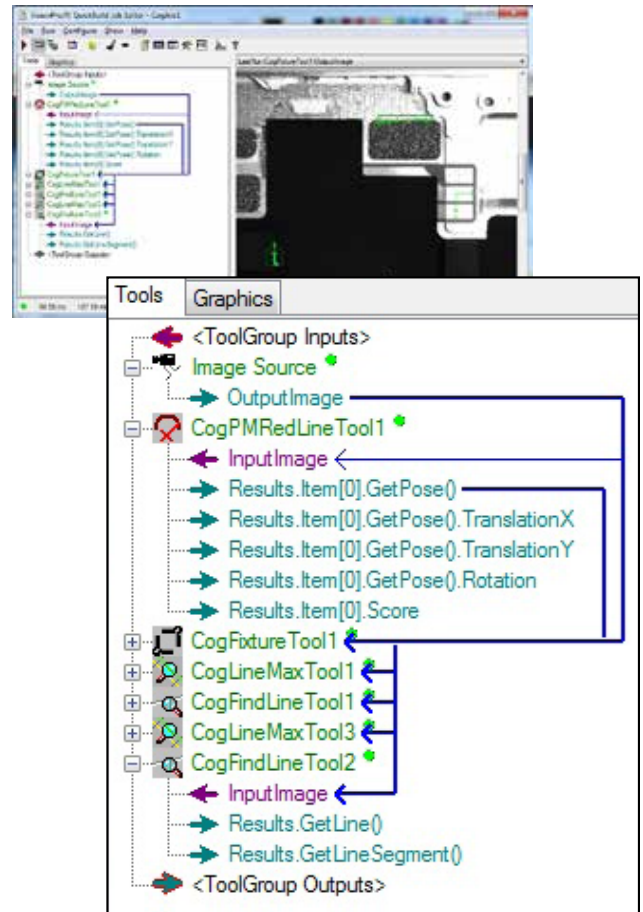
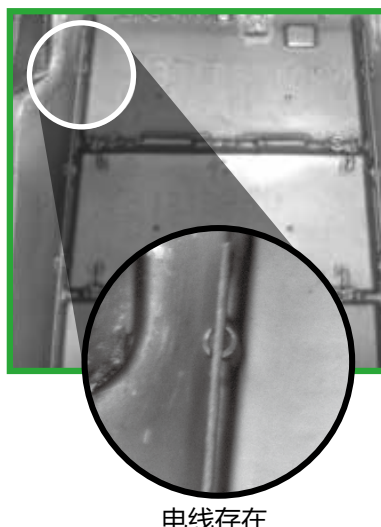
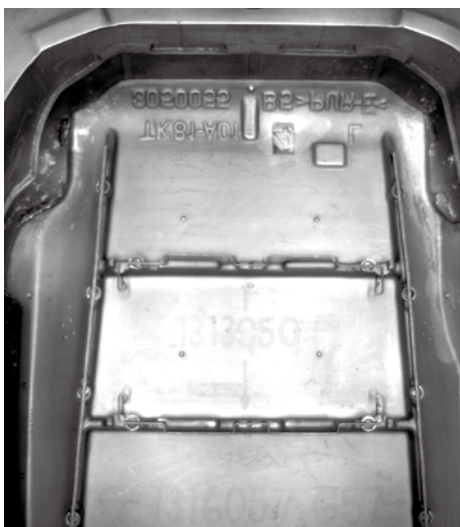
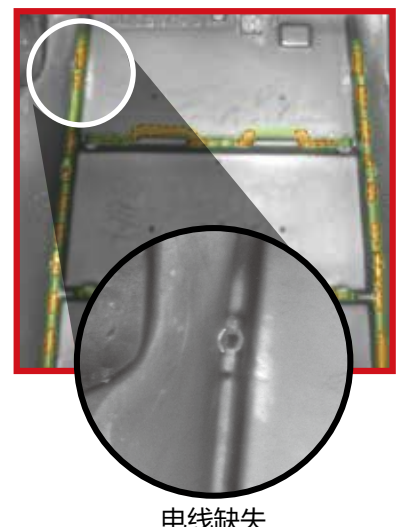


图2. 应用开发商可能难以将涉及偏差和无法预测缺陷的复杂检测应用编程到基于规则的算法。



电线存在



电线缺失

图3. 易混淆性和眩光背景可能会导致传统机器视觉系统难以区分不同图像之间的细微差异。在这种情况下，基于深度学习的模型能够克服高光金属表面和镜面眩光带来的挑战，检测出汽车饰件装配中缺失的线带。

人工视觉检测的优势

不同于传统机器视觉，人类擅长于区分细微的外观和功能性瑕疵，以及识别可能影响感知质量的元件外观变化。虽然人类在信息处理速度方面受到限制，但人类拥有独特的概念化和概括能力。人类擅长于通过示例进行学习，当涉及到元件之间的细微异常时，人类能够区分哪些是真正重要的。这使得人类视觉在许多情况下成为了非结构化复杂场景定性解读的最佳选择，特别是那些存在细微缺陷和无法预测瑕疵的场景（图4）。

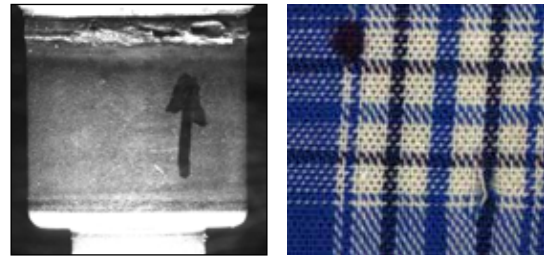


图4. 人类视觉擅长于区分的复杂场景示例。

举例来说，在处理变形字符和因其他原因难以读取的字符、复杂表面和外观缺陷方面，人工检测通常会更加准确。对于许多这类应用来说，由于人类能够区分复杂性，机器往往无法与人类相竞争。

适用于复杂检测应用的深度学习技术

通过将人工检测员的自主学习能力和计算机化系统的速度和一致性相结合，深度学习模型可以帮助机器克服它们的固有局限性。

正如图5中显示的示例所示，基于深度学习的图像分析软件非常适用于性质复杂的表面外观检测，比如：图案存在细微但可容忍的变化，位置变化可能导致无法使用基于空间频率的方法进行检测等。深度学习技术擅长于解决复杂的表面和外观缺陷，比如旋转、拉丝或光泽元件上的刮痕和凹痕。不同于传统机器视觉，无论是用于定位、读取、检测还是分类感兴趣的特征，基于深度学习的图像分析软件都能够基于元件的区别性特征对元件的外观进行概念化和概括，即使是在这些特征存在细微差异或者有时偏离公差范围的情况下。

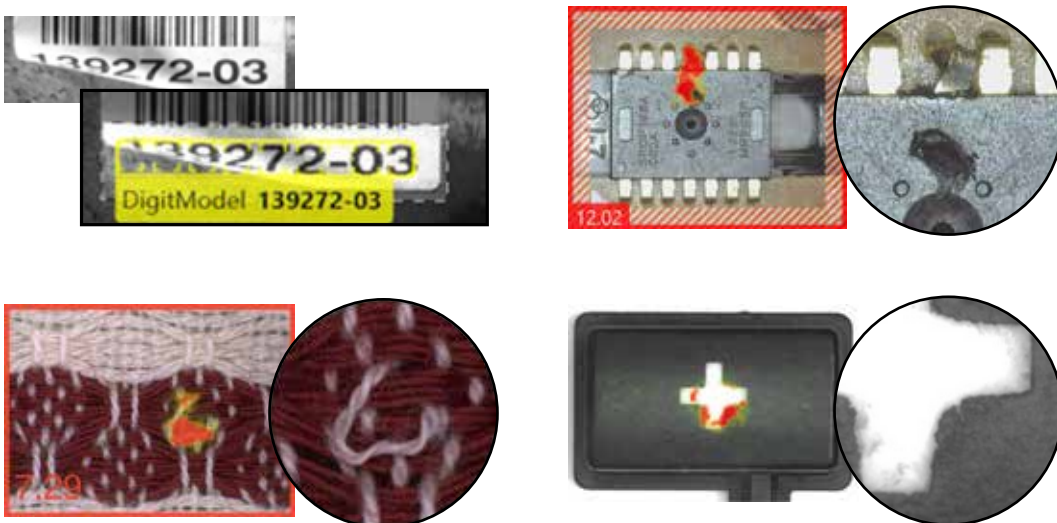


图5. 基于深度学习的图像分析软件擅长于识别传统机器视觉难以识别的外观和功能性异常，并且能够以比人工检测员更快速、更可靠的方式执行任务

在传统机器视觉与深度学习技术之间进行选择

如何在传统机器视觉与深度学习技术之间进行选择取决于待解决的应用类型、待处理的数据量和处理能力。事实上，尽管深度学习技术拥有许多优点，但对于许多应用而言，其可能并不是最合适的解决方案。基于规则的传统编程技术更擅长于计量和测量应用以及执行精确对位。在有些情况下，传统机器视觉可能是精确定位感兴趣区域的最佳选择，而深度学习技术则是检测该区域的最佳选择。然后，用户可以将基于深度学习的检测结果传输给传统机器视觉，用于对缺陷尺寸和形状进行准确的测量。

深度学习技术可以对基于规则的传统方法进行补充，并减少构建有效的检测解决方案所需的深厚视觉专业知识。实际上，深度学习技术已经将以前需要广泛视觉专业知识的应用转变成为可由非视觉专家解决的工程设计。深度学习技术将负责开发和编写基于规则算法的应用开发人员所承受的逻辑重担转移到了负责对系统进行训练的工程师身上。同时，在解决以前从未在不使用人工检测员的情况下尝试解决的应用方面，深度学习技术还开启了一系列新的可能性。通过这种方式，深度学习技术使用户能够更轻松地将其与机器视觉结合使用，同时扩大了计算机和相机能够提供准确检测的应用范围。下面的图6列出了传统机器视觉和基于深度学习的方法分别最适用的应用，包括两种方法都非常适合的应用。

适合部署的应用 传统机器视觉与基于深度学习的图像分析方法之比较

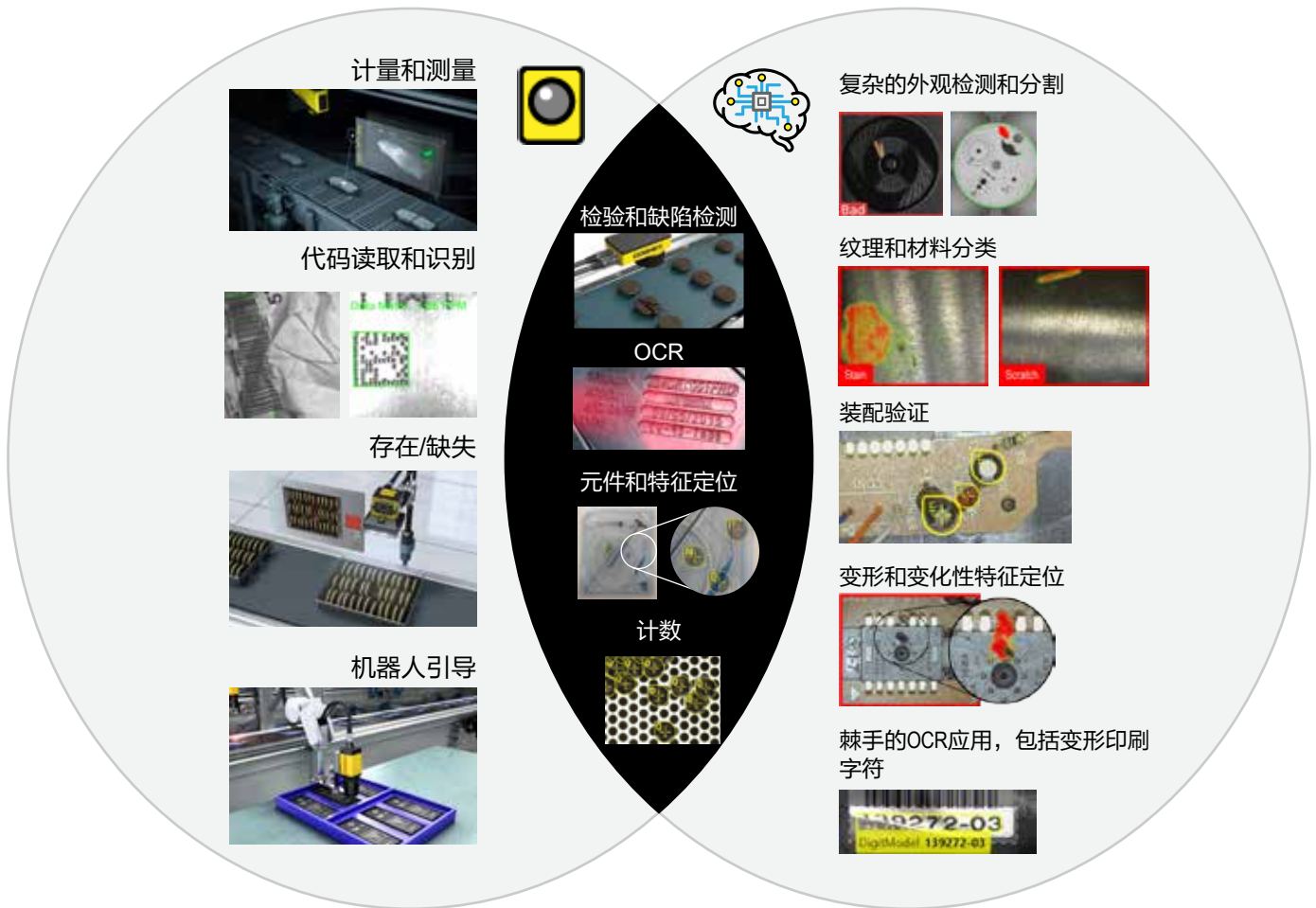


图6. 基于深度学习的图像分析软件和传统机器视觉是两种互补性技术，它们具有相互重叠的功能，同时也有各自擅长的独特领域。有些应用可能需要同时使用这两种技术。

康耐视ViDi套件

康耐视ViDi™套件是一款专用于工业图像分析的基于深度学习的即用型软件。康耐视ViDi套件在一组带标记的样本图像上进行训练，这组图像代表元件的已知特征、异常和类别，这与人工检测员进行培训的方式非常相似。监督训练模式可以教授系统识别明确的缺陷。对于存在多种形式的缺陷，系统则可以在非监督模式下进行自我训练，学习物体的正常外观，包括虽显著但可容忍的变化。然后，该软件将基于这些代表性图像创建参考模型。这是一个不断改进的迭代过程，在该过程中，用户可以对参数进行调整，并验证结果，直到该参考模型能够满足应用需要。使用期间，ViDi套件将从一组新的图像中提取数据，然后，它的神经网络将定位元件，提取异常信息并对它们进行分类。下面的图7对如何使用康耐视ViDi套件培训和部署基于深度学习的应用过程进行了说明。

培训阶段



图7. 康耐视ViDi套件使技术人员能够基于一个较小的样本图像集合在数分钟内完成基于深度学习模型的训练。当应用配置完毕之后，ViDi套件可以快速提供准确的结果，并保存图像用于流程控制。

不同于其他深度学习软件通常需要数千个用于训练的图像，康耐视ViDi套件只需一个较小的样本图像进行训练。同时，ViDi套件还能够克服计算能力的限制，一台机器上只需使用一张GPU卡即可。这两种特性使得ViDi套件非常适用于基于PC进行数据处理且样本图像集合有限的工厂和制造环境。ViDi套件可现场维护，并可在工厂车间进行再训练，无需机器制造商或系统集成商干预。ViDi套件能够基于高分辨率图像（包括彩色图像和热图）识别几乎任何异常。此外，ViDi套件还能够执行复杂的计数，并读取难以读取和变形的字符。ViDi套件提供定位、检查、分类和OCR工具，这些工具既可以单独工作，也可以与康耐视的其他视觉工具结合使用，用于解决复杂的视觉挑战。

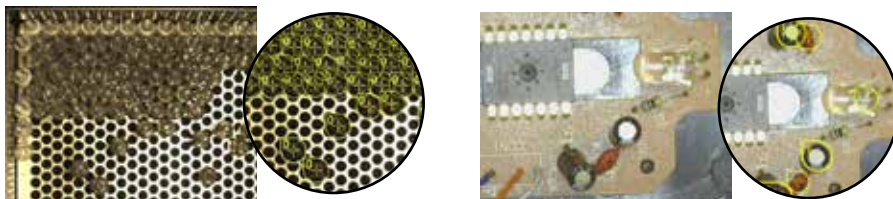
康耐视ViDi套件使各行各业的企业能够创建开创性的检测系统，用于突破传统机器视觉的应用范围，并确保实施未来的工业自动化应用。ViDi套件可与康耐视的VisionPro和Cognex Designer两款机器视觉软件结合使用，让用户能够根据特定的需求在应用中混搭使用不同的工具。

像人类一样、功能强大且快速

耐视ViDi套件将人工视觉检测的特定性和灵活性与计算机化系统的可靠性、可重复性和功能强大性充分结合在一起，全部整合到一个易于部署的界面中。

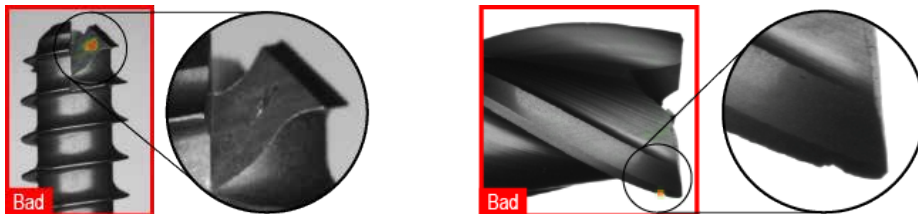
Locate

ViDi蓝色-定位工具可以定位复杂的特征和物体。



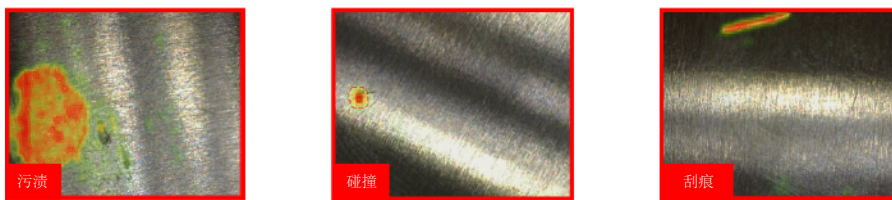
Analyze

ViDi红色-检查工具可以检测异常和外观缺陷。



Classify

ViDi绿色-分类工具可以区分和分类物体或场景。



Read

ViDi蓝色-读取工具可以读取棘手的文本和字符。

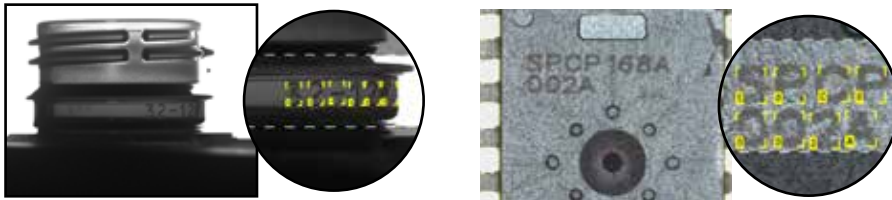


图8. 康耐视ViDi套件基于深度学习的算法经过优化，可用于现实世界的工业图像分析，并且只需非常小的样本图像集合以及较短的训练和验证期。红色-检查、绿色-分类、蓝色-定位和蓝色-读取四种工具能够解决广泛的表面检测、分类、定位和OCR应用。

结论

工业领域正越来越多地转向深度学习技术，用于解决对于基于规则的传统算法进行编程过于复杂、耗时且成本高昂的制造检测应用。这将使制造商能够以自动化方式解决以前无法编程的应用，降低误差率，并加快检测速度。深度学习技术使制造商能够解决对传统机器视觉而言富有挑战性的应用，并可实现更高的可靠性和可重复性。

构建您的视觉系统

视觉系统

从缺陷检测到装配验证和文本读取, 高级 AI 使部署视觉系统变得轻松, 从而实现检测任务的自动化。

www.cognex.cn/machine-vision



读码器

从生产车间到装卸货门, 实现全程追踪与追溯。设备灵活, 可读可验, 设计简便易用, 性能可靠。

www.cognex.cn/barcodereaders



行业解决方案

通过强大的机器视觉解决方案来解决各行各业的复杂应用, 从而简化当今的制造和物流挑战。

www.cognex.cn/solutions



COGNEX

全球各地的公司依靠康耐视视觉和读码解决方案, 优化产品质量、降低生产成本和控制可追溯性。

康耐视视觉检测系统(上海)有限公司 地址: 上海市浦东新区外高桥保税区马吉路88号5幢 200131

销售热线: 021 8036 5424 Email: info.cn@cognex.com

美洲

北美洲 +1 855 426 4639
巴西 +1 855 426 4639
墨西哥 +52 552 789 5444

欧洲

奥地利 +49 721 958 8052
比利时 (FR) +33 176 549 318
法国 +33 176 549 318

德国

爱尔兰 +49 721 958 8052
意大利 +353 21 601 9005
西班牙 +39 02 9475 4345
瑞士 (DE) +34 93 220 6237
瑞士 (FR) +49 721 958 8052
英国 +33 176 549 318
其他欧洲 +353 21 601 9005

亚太地区

中国 +86 021 8036 5424
印度 +91 7305 040397
日本 +81 345 790 266
韩国 +82 070 4784 4038
新加坡 +65 3158 2511
中国台湾 +886 801 492 017
其他亚太地区 +65 3158 2511



“码”上关注康耐视

©2025 康耐视公司版权所有。本文件中的所有信息如有变更, 恕不另行通知。Cognex、In-Sight、EasyBuilder、DataMan、和 VisionPro 为康耐视公司注册商标。所有其它商标均为其各自所有者的财产。Lit. No. DLFAPW-03-2025

www.cognex.cn