

案例研究

智能制造
机器视觉
英特尔® 至强® 可扩展处理器
英特尔® Analytics Zoo



为智能制造增添“眼”和“脑”的能力

英特尔提供端到端人工智能解决方案，助力美的构建工业视觉检测云平台



“机器人帮助我们解决‘手’和‘脚’的问题，而机器视觉则解决‘眼’和‘脑’的问题。优秀的算法和强劲的计算力，是我们工业视觉检测云平台得以发挥价值的重要前提。英特尔® Analytics Zoo 大数据分析和 AI 平台的引入，为云平台提供了端到端的算法训练和云计算部署能力，而英特尔® 至强® 可扩展处理器则帮助它算得更快、更好。英特尔软、硬件产品与技术的结合，帮助我们在智能制造之路上迈出了坚实的一步。”

胡正
所长
美的视觉研究所

随互联网大潮掀起的大数据、云计算、物联网以及人工智能 (Artificial Intelligence, 以下简称 AI) 等信息技术正与传统制造业深度融合，由此衍生的“智能制造”理念，正为全球制造业带来深远变革。中国的制造业巨头们也纷纷借此发力，向智能化、数字化制造演进，实施战略转型。以家用电器、暖通空调等产品誉满全球的美的集团* (以下简称“美的”) 亦是如此。2017 年 1 月，它正式收购全球领先的机器人巨头德国库卡*集团 (KUKA AG*)，填补了其智能制造产业链中的重要一环。

利用机器视觉进行工业检测是智能制造的重要方向之一，但传统机器视觉方案面临着诸多问题：一方面，复杂的生产环境带来大量非标准化特征识别需求，导致定制化方案开发周期长、成本高；另一方面，检测内容多样化也造成参数标定繁琐，工人使用困难；而且，传统方案往往需要机械部件配合定位，因此占用产线空间大，对工艺流程有影响。

来自生产一线的海量数据资源，让美的具备了利用 AI 技术解决上述问题的基础。为此，美的正全力构建基于 AI 技术，集数据采集、模型训练、算法部署于一体的工业视觉检测云平台。除了具备工件标定、图像定位及校准等功能外，美的还希望通过部署优化的深度学习训练模型和预测模型，来缩短开发周期和成本，并提高设备的易用性与通用性。

针对美的这一需求，在 AI、机器视觉等领域布局已久的英特尔公司，为其提供了基于 Apache Spark * 的英特尔® Analytics Zoo 大数据分析和 AI 平台 (<https://github.com/intel-analytics/analytics-zoo>)，以端到端的方式，帮助美的工业视觉检测云平台快速、敏捷地构建从前端数据预处理，到模型训练、推理，再到数据预测、特征提取的深度学习全流程。多款基于英特尔® 架构的处理器，特别是英特尔® 至强® 可扩展处理器，则为该云平台提供了强劲的计算力，使之发挥出更强功效。目前，这一视觉检测云平台已在美的的多个生产基地部署，来自一线反馈表明：它不仅大大提高了检测率，显著提升了产品品质，更帮助美的降低了设备成本，延长了设备生命周期，赢得了从一线工人到管理层的一致好评。

工业检测是现代制造业不可或缺的流程。过去，工厂主要是通过人眼识别的方式对产品进行检测，来发现缺陷。这一方式不仅效率低，准确率也不高。机器视觉的引入，可以让产品检测准确率和效率获得成百上千倍的提升，然而构建这样一套行之有效的自动化机器视觉系统，需要耗费大量成本和时间去进行定制化开发和验证；同时，如果系统的通用性不佳，就会让它难以在不同产线上普及使用。因此，许多传统制造企业都对机器视觉系统的应用持观望态度。

在美的库卡机器视觉团队看来，这一问题很大程度上是由非标准的视觉应用场景所致。检测环境与需求不同，例如需要进行不同角度的拍摄，环境亮度和表面曲率差异等，造成了几乎每一个项目都需要定制方案（包括相机、光源、算法），还要进行大量的测试来验证其可行性。

AI 与大数据技术的结合，可以有效地应对这一问题。现在，美的库卡机器视觉团队正与英特尔一起，携手构建全新的、基于 AI 技术的工业视觉检测云平台，如图一所示，它将所有视觉检测终端设备通过网络连接到云端，在云端实现图像大数据的收集，并将这些数据在深度学习框架中予以训练，从而获得通用化特征参数与模型，实现敏捷、高性能的通用化缺陷检测能力。

基于云服务和 AI 的工业视觉检测系统

基于 AI 技术的美的工业视觉检测云平台，主要由前后端两部分组成，其中工业机器人，工业相机以及工控机等设备构成了图像采集前端，部署在工厂产线上；云化部署的英特尔® 架构服务器集群则撑起了该云平台的后端系统。

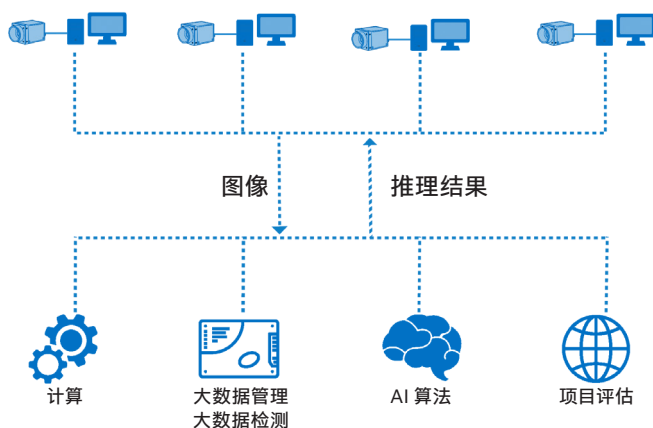


图二 集成了工业相机、用于执行缺陷检测的工业机器人

在前端，如图二所示，执行图像采集的机器人装有两个工业相机，一个进行远距离拍摄，用于检测有无和定位；另一个进行近距离拍摄，用于 OCR 识别。以微波炉检测为例，当系统开始工作时，通过机器人与旋转台的联动，先使用远距离相机拍摄微波炉待检测面的全局图像，并检测计算出需要进行 OCR 识别的位置，再驱动近距离相机进行局部拍摄。相机采集到的不同图像，会首先交由基于英特尔® 酷睿™ 处理器的工控机进行预处理，根据检测需求确定是否需要传输到云端，如果需要，则通过网络传送到后端云服务器上。

在后端云服务器，系统首先会利用英特尔® Analytics Zoo 提供的 SSD (Single Shot Multibox Detector) 模型对预处理过的图像进行识别，提取出需要进行检测的标的物，例如螺钉、铭牌标贴或型号等等。而后，英特尔® Analytics Zoo 提供的 AI 能力，将帮助云平台进行海量数据管理、分布式模型训练、模型重定义、模型推理等一系列 AI 处理流程。通过英特尔® Analytics Zoo 中集成的 TensorFlow*、BigDL* 等深度学习开发框架，系统可以通过不断地迭代分布式训练，提升对检测物的识别率。

美的基于 AI 的工业视觉检测云平台



图一 美的工业视觉检测云平台架构示意图

将深度学习的方法引入工业检测，不仅可以让工业视觉检测云平台快速、敏捷、自动地识别出待测产品的诸多缺陷，例如螺钉漏装、铭牌漏贴、LOGO 丝印缺陷等问题。更重要的是，该平台能够对非标准变化因素有良好的适应性，即便检测内容和环境发生变化，云平台也能很快地予以适应，省去了冗长的新特征识别、验证时间。同时，这一方案也能有效地提高检测的鲁棒性，令识别率高达 99.8%¹，克服了传统视觉检测过于依赖图像质量的问题。

通过在美的生产线的部署，工业视觉检测云平台获得了一线生产者的高度认可。美的微波炉工厂设备负责人表示：“首先，新方案的部署不需要机械定位，占用空间也极小，运行中也不会对产线造成影响；其次，新方案具有良好的兼容性，即便未来产线改造升级，也可继续使用，大大延长了该方案的生命周期。”

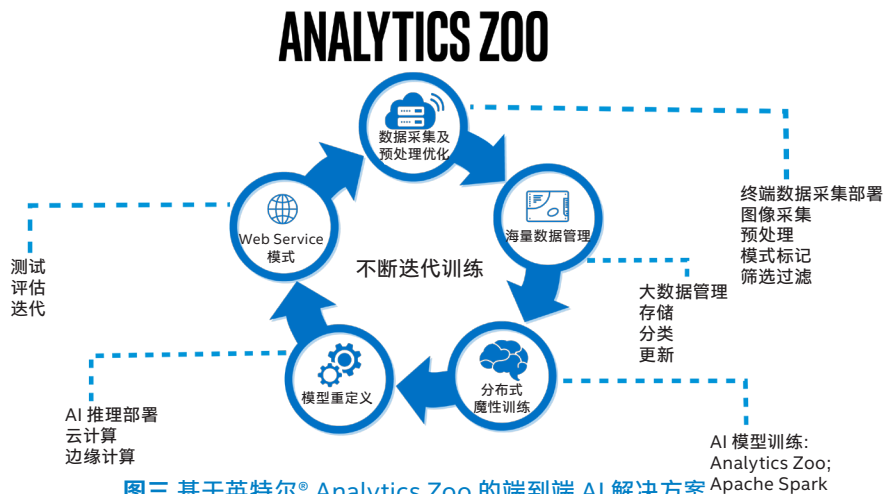
来自美的微波炉视觉检测项目的数据统计表明：新的、基于 AI 的工业视觉检测云平台方案部署后，使得项目部署周期缩短了 57%，物料成本减少 30%，人工成本减少 70%²，这对传统制造业而言，无疑是一项意义深远的生产工艺革新。现在，美的已计划在两个月内将新方案复制到 9 条产线，并在不远的未来复制到所有微波炉产线。

为系统配上“大数据 + AI”端到端解决方案

作为英特尔在大数据与 AI 领域的最新技术结晶，英特尔® Analytics Zoo 为美的工业视觉检测云平台提供了端到端的 AI 解决方案。其

基于 Apache Spark、TensorFlow、BigDL 等构建，可以直接运行在由英特尔® 架构服务器构成的大数据集群上，并通过对英特尔® 至强® 可扩展处理器进行深度优化，充分释放其强大的性能潜力。同时，Analytics Zoo 所集成的英特尔® 数学核心函数库 (Intel® Math Kernel Library, 英特尔® MKL) 与多线程技术，也帮助美的工业视觉检测云平台大幅提升了在特征训练、图片预测以及数据批处理等方面的工作效率。

通过英特尔® Analytics Zoo 的引入，美的工业视觉检测云平台轻松实现了高效的端到端 AI 开发与部署能力。如图三所示，在数据采集及预处理优化阶段，Analytics Zoo 帮助云平台执行高效的分布式数据预处理和代码优化，使之能够在 50 毫秒内就完成对图片的读取和处理³；在海量数据管理阶段，其帮助云平台高效地执行数据存储、分类以及更新；在分布式模型训练阶段，Analytics Zoo 一方面协助云平台构建检测模型，另一方面，其自带的 TF 优化器能够迅速启动分布式训练过程；而在模型重定义阶段，Analytics Zoo 不仅可以执行参数调整，并可加速模型推理速度，相关测试数据表明，基于英特尔® 架构平台，云平台的模型推理时间已从 2 秒缩短到 124 毫秒⁴；最后，Analytics Zoo 还对命令行模式与 Web Service 模式提供了良好支持，这使得云平台可与美的其他应用系统实现平滑的对接。



图三 基于英特尔® Analytics Zoo 的端到端 AI 解决方案

而在 AI 的另一项关键要素——计算力上，全新的英特尔® 至强®

可扩展处理器的表现也非常突出，它也为工业视觉检测云平台提供了强有力的支持。通过美的和英特尔双方团队的通力协作，部署在该云平台中的英特尔® 至强® 可扩展处理器得到了充分的性能优化，其英特尔® 高级矢量扩展 512 (英特尔® AVX-512) 等技术得以大展拳脚，以出色的并行计算能力，满足了该平台在模型训练和模型推理时对计算力的严苛需求。

多样化部署方案与更大产业影响力

通过美的与英特尔持续深入的技术合作，双方团队也根据企业的实际生产状况，提出了多种基于边缘计算的部署模式。一种方案是在前端部署基于英特尔架构的边缘计算服务器，就近执行算法处理，提升平台的反应速度；另一种方案是在前端摄像头或工业相机植入以英特尔® Movidius Myriad X 为代表的视频处理单元 (Video Processing Unit, VPU)，将大量算法处理工作直接放在图像采集的第一线，以获取更快捷、灵敏的处理能力，降低系统负载，并进一步降低系统的运行成本。

同时，基于英特尔® Analytics Zoo 的 AI 处理流程优化也在云平台中有条不紊地继续进行，通过更多新算法、新技术的引入，双方正计划逐步扩大美的工业视觉检测云平台的应用范围。例如在下一步，将检测难度更高的划痕检测、焊接缺陷检测纳入其中，进一步提高出厂良品率。

展望未来，美的库卡机器视觉团队还希望将这一优秀的技术方案分享给众多同行，为中国的智能制造提供助力，而不是仅仅是服务于自家企业。为此，美的计划将基于分布式深度学习框架构建的工业视觉检测技术，以云服务或边缘计算的模式提供给广大中小型制造业企业，让他们也能在自己的产线上复制其能力。在一切皆服务 (X as a Service, XaaS) 概念逐渐流行的今天，通过美的和英特尔双方，以及整个制造行业的不懈努力，也许在不久的将来，我们就将迎来由美的与英特尔联合推出的工业检测即服务 (Industrial Inspection as a Service, IaaS)。



¹ 该数据测试基于：处理器：英特尔® 酷睿™ i7-6700 处理器/3.4GHz，内存：64GB。

² 该数据来自美的与英特尔合作项目未公开的测试报告：《美的微波炉底板螺钉检测项目成本核算-方案对比报告》。

³ 该数据测试基于：处理器：英特尔® 酷睿™ i7-6700 处理器/3.4GHz，内存：64GB；测试流程为：系统读取图片并使用英特尔® Analytics Zoo 所集成的TFNet，舍去前 10 次时延结果，并取接下来 100 次时延结果的平均值。

⁴ 该数据测试基于：处理器：英特尔® 酷睿™ i7-7700T 处理器，内存：8GB * 2，存储：256GB 固态硬盘。

英特尔技术特性和优势取决于系统配置，并可能需要支持的硬件、软件或服务才能激活。没有计算机系统是绝对安全的。更多信息，请见 Intel.com，或从原始设备制造商或零售商处获得更多信息。描述的成本降低情景均旨在特定情况和配置中举例说明特定英特尔产品如何影响未来成本并提供成本节约。情况均不同。英特尔不保证任何成本或成本降低。

英特尔、Intel、至强、傲腾是英特尔公司在美国和其他国家的商标。英特尔商标或商标及品牌名称资料库的全部名单请见 intel.com 上的商标。

*其他的名称和品牌可能是其他所有者的资产。