

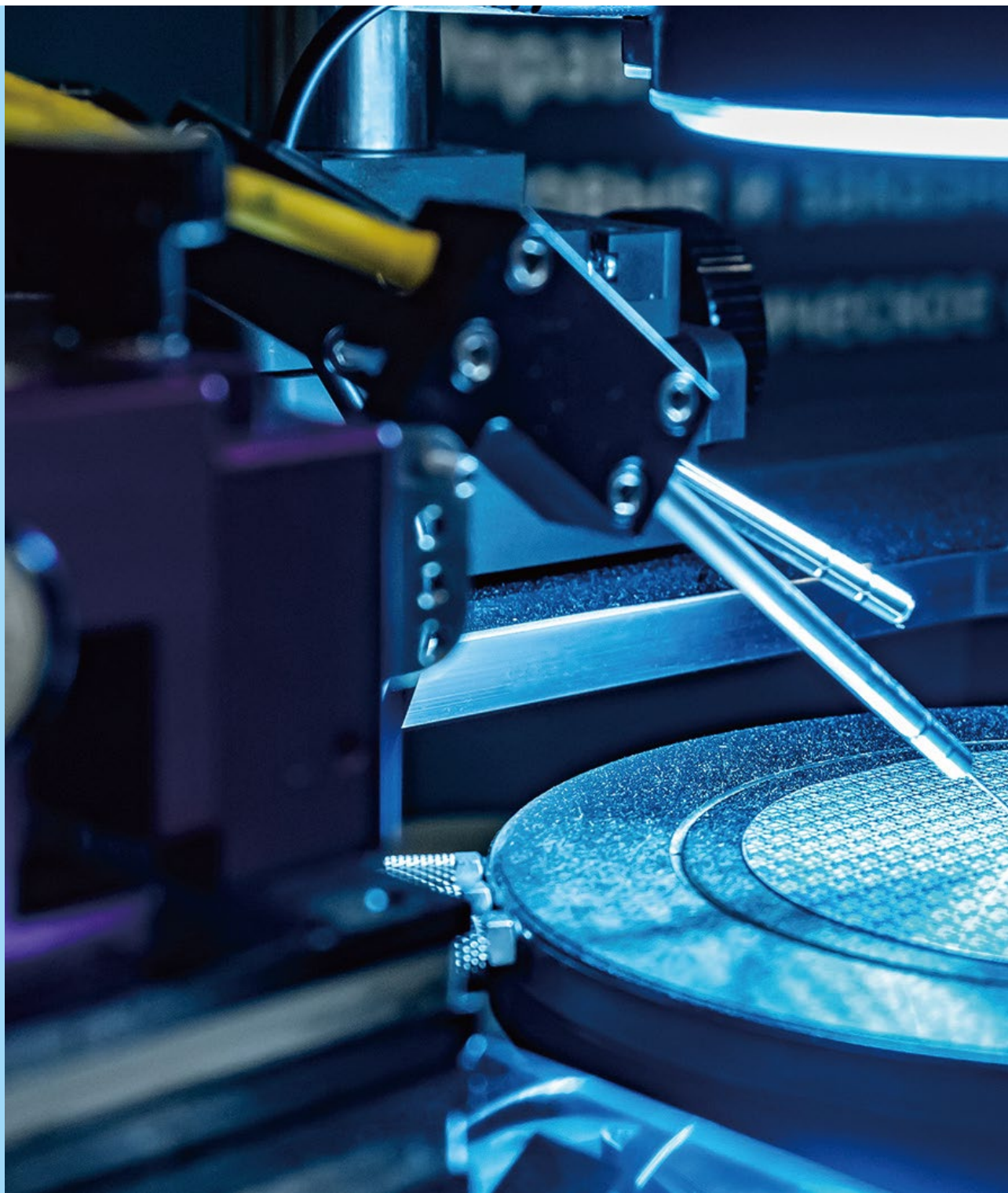


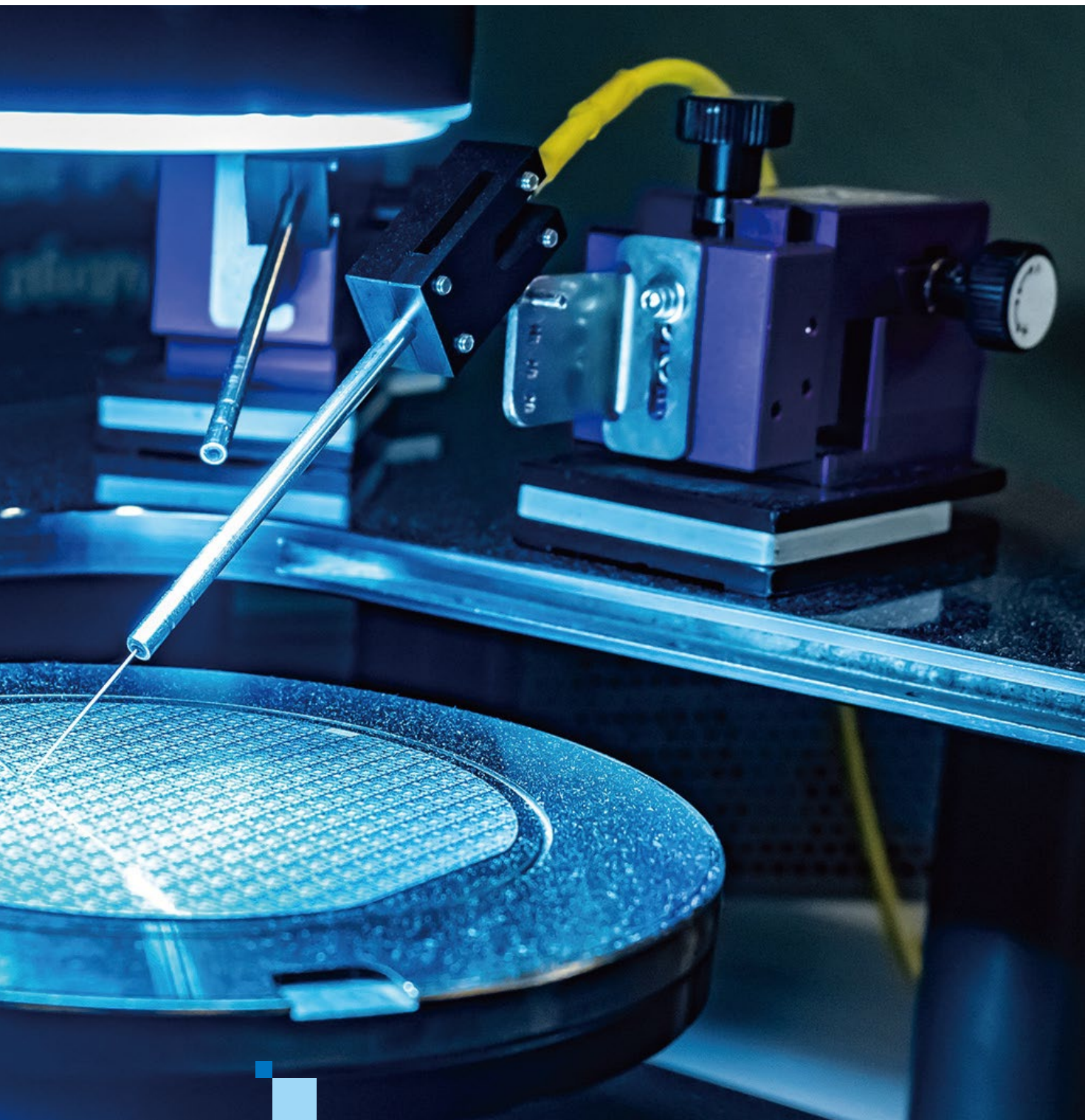
intel

英特尔®赋能 工业数字化升级

机器视觉特刊 2024

英特尔网络与边缘事业部 中国区 工业解决方案团队





编委会

主编：刘俊、张恒、刘波

编委：马小龙、丁秋兵、黄昊、邱丽颖、胡杨、单娜



序

机器视觉，指用机器代替人眼，来对目标进行测量和判断。在中国，机器视觉主要的应用方向为制造业，称为智能制造之眼。当前中国作为全球第一制造业大国，已成为全球机器视觉增长最快的地区之一。

根据调查显示，2022年下半年，伴随疫情逐渐缓解，物流逐渐通畅，视觉企业上半年积压订单开始持续释放，市场展现较高韧性，全年增速在20%以上。另一方面，消费市场缺乏增长动力，3C、传统汽车等下游行业景气度持续下降，两大机器视觉支柱型下游行业需求增速下滑。2022-2023年机器视觉行业主要需求推动力来自于锂电、新能源汽车、光伏等领域。预计未来三年，得益于宏观经济逐步回暖，下游行业恢复增长，产业结构升级等因素，中国机器视觉行业规模将进一步增长。

本手册收录了英特尔及合作伙伴最新发布的硬件和整体方案，可帮助您全面了解基于英特尔® 架构的机器视觉方案在实际场景中的应用。这本特刊也是英特尔中国2.0战略的一个缩影，根据中国客户的需求不断升级解决方案，全面融入，全速前进。

——陈伟博士

英特尔副总裁、网络与边缘事业部中国区总经理

目录

01

机器视觉概述.....	01
1.1 机器视觉用例/应用领域.....	02

02

英特尔助力工业机器视觉 — 硬件篇.....	04
2.1 第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器.....	05
2.2 英特尔® 酷睿™ 平台.....	07
2.2.1 第12代英特尔® 酷睿™ Alder Lake-S 平台.....	08
2.2.2 第 12 代英特尔® 酷睿™ Alder Lake-P 平台.....	12
2.3 英特尔® 低功耗平台系列：凌动® 和赛扬® 平台.....	15
2.4 英特尔® 工业边缘节点硬件参考架构.....	18

03

英特尔助力工业机器视觉 — 软件篇.....	20
3.1 英特尔® OneAPI 工具包 — 跨架构性能加速.....	21
3.1.1 什么是 oneAPI.....	21
3.1.2 英特尔® oneAPI 产品.....	22
3.2 OpenVINO™ 工具套件概述 — 深度学习推理加速.....	23
3.2.1 OpenVINO™ 工具套件工作流程.....	23
3.2.2 封装和部署.....	26
3.2.3 OpenVINO™ 工具套件组件.....	27
3.3 英特尔® 工业边缘洞见平台 (Intel® Edge Insights for Industrial - EII).....	28
3.3.1 边缘洞见平台 (EII) 简介.....	28
3.3.2 特性与优势.....	28
3.3.3 应用范例.....	29
3.3.4 解决方案组成部分与特性.....	29

04

英特尔助力工业机器视觉 — 技术篇.....	30
4.1 使用英特尔® oneAPI 工具包优化英特尔工业视觉.....	31
4.1.1 英特尔® oneAPI 工具包.....	31
4.1.2 性能优化示例.....	32
4.1.3 英特尔® oneAPI 数学核心函数库.....	33
4.1.4 使用 OpenMP 进行对称多处理 (SMP) 编程.....	34
4.1.5 结论.....	35
4.2 3D 视觉加速 — 3D 配准用例.....	36
4.2.1 3D 视觉简介.....	36
4.2.2 面向 3D 配准的英特尔® 软件堆栈.....	36
4.2.3 3D 配准算法概述.....	37
4.2.4 从硬件优化 3D 配准.....	37
4.2.5 PCL 优化.....	38
4.2.6 3D 配准.....	38
4.2.7 结论.....	39

04

4.3 基于 OpenVINO™ 工具套件的视觉引导和抓取	40
4.3.1 概述	40
4.3.2 三维视觉输入	40
4.3.3 智能视觉抓取软件参考实现	41
4.4 飞拍方案	42

05

英特尔助力工业机器视觉 — 实战篇.....	43
5.1 维视智造：电池片EL/PL检测视觉解决方案	44
5.1.1 背景与挑战	44
5.1.2 解决方案.....	44
5.1.3 方案优势.....	44
5.2 晶圆表面和覆膜缺陷检测	46
5.2.1 背景与挑战	46
5.2.2 解决方案.....	46
5.2.3 方案优势.....	46
5.3 锂电池检测- 模切分切场景	47
5.3.1 背景与挑战	47
5.3.2 场景.....	47
5.3.2 解决方案.....	47
5.3.3 方案优势.....	47

06

英特尔工业电脑优选项目	48
6.1 英特尔工业电脑优选项目简介	49
6.2 工业电脑优选产品推荐 – 机器视觉篇	52
东擎科技	53
康士达	54
控汇智能	55
卓信创驰	56
诺达佳	57
派勤	58
苏州源控	59



01

机器视觉概述

机器视觉 (MV) 是一种用于提供基于图像的自动检测和分析的技术和方法, 被誉为“工业自动化的眼睛”, 能够替代人眼对外部环境进行测量、识别与判断。

机器视觉系统能够利用视觉传感器和计算设备, 根据像素分布和亮度、颜色等信息, 将目标的视觉信息转变成数字化信号。随后, 图像处理系统通过对这些信号进行各种运算来抽取目标的特性, 进而根据判别的结果来控制现场设备, 完成既定的工业任务, 比如工业中的自动检测、过程控制和机器人引导等。

机器视觉是工业领域用于机器自主控制的工具, 计算机视觉是构建机器视觉的关键技术之一, 计算机视觉能够让计算机处理和理解真实图像, 从而为机器视觉的后续流程提供图像洞察能力的支撑。

机器视觉是工业 4.0 的关键元素, 它能够助力工业系统实现自动化、智能化升级, 改善系统在成本、效率、安全性、稳定性等方面的表现。例如, 通过在产线中部署机器视觉系统, 工业企业能够将部分流程转变为智能化的流程, 从而改善库存状况、提升生产效率和改善制造质量。

近年来, 随着视觉传感器成本的降低和图像识别精度的提高及计算机性能与人工智能算法的突飞猛进, 机器视觉系统在工业系统中得到了广泛部署, 机器视觉市场快速增长。Grand View Research 预测, 到 2027 年, 全球机器视觉市场规模将达到 211.7 亿美元¹。麦肯锡预计, 到 2025 年, 工业 4.0 将为全球带来 1.2 万亿至 3.7 万亿元的潜在价值, 预计工业 4.0 将创造相当于效率提高 15-20% 的价值²。

机器视觉系统包括三个主要的步骤: 图像获取, 图像处理与系统动作。

• 图像获取

通过视觉传感器 (包括 X-ray 等其它类型的传感器)、数码相机、紫外线或红外相机被用来捕捉图像。这些硬件捕捉图像并将其转换为数字信息。

• 图像处理

这一步骤能够通过图像处理算法, 对来自硬件的数字信号进行分析。机器视觉中的图像处理主要分为**图像预处理** (包括去除噪声和增强对比度等), **图像分割** (通过一个阈值, 确定图像的边缘), **图像特征提取** (可以提取大小、颜色、长度、形状或这些特征的组合) 等流程。

• 系统动作

根据前一步提取的信息, 机器自动执行必要的操作与动作。

¹ <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-machine-vision-market>

² <https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/industries/advanced%20electronics/our%20insights/capturing%20value%20at%20scale%20in%20discrete%20manufacturing%20with%20industry%204%200/industry-4-0-capturing-value-at-scale-in-discrete-manufacturing-vf.pdf>

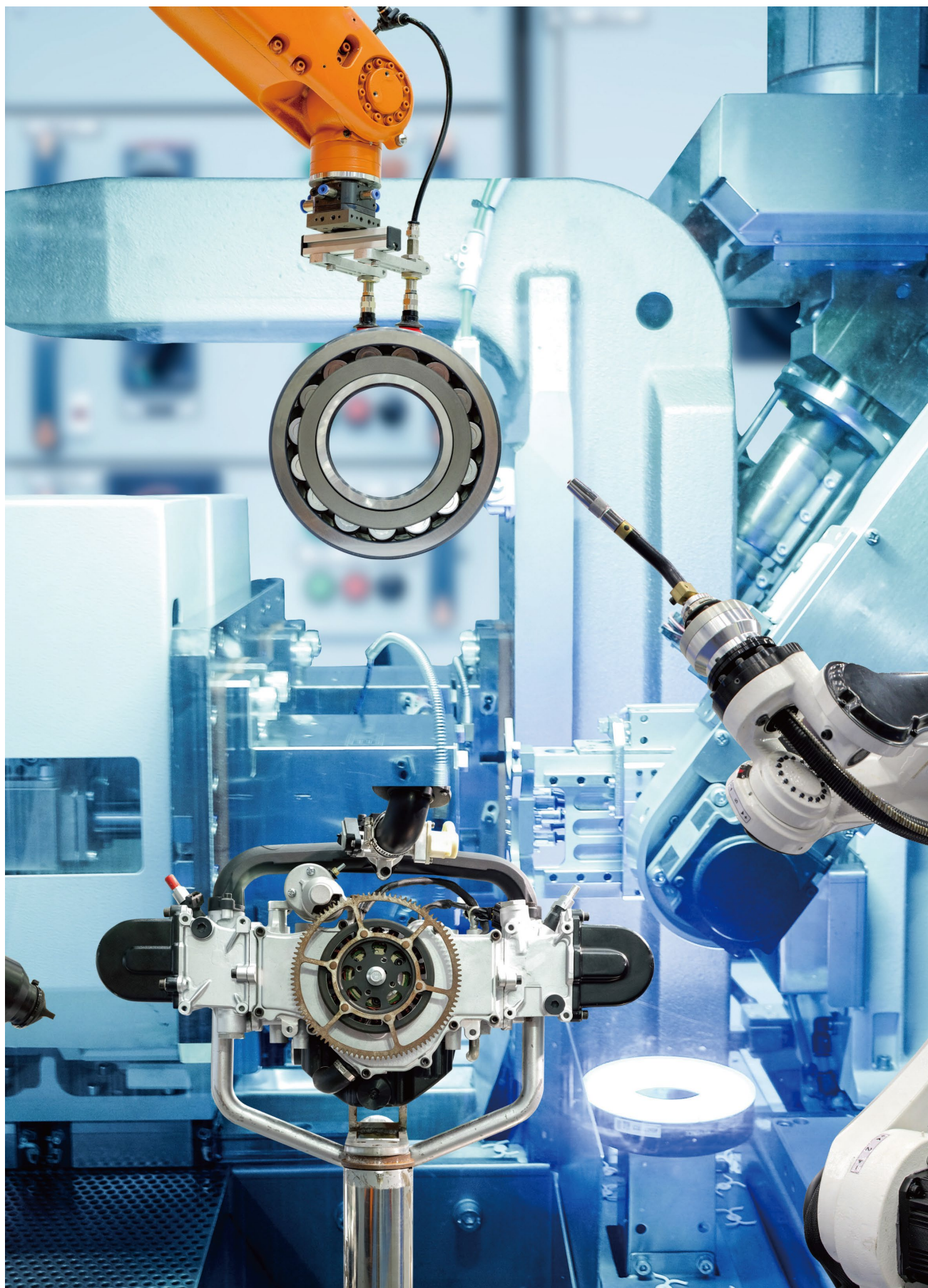
1.1 机器视觉用例/应用领域

当前，机器视觉已经被广泛应用于半导体、汽车制造、消费电子制造、锂电、光伏、医药、物流、能源与食品包装等众多行业，跨行业成为其应用的主要特点，生产质量控制和预测性维护成为这些行业必不可少的数字化和智能化变革的支撑。

- **3C 电子制造：**3C 电子制造对于精度的要求越来越高，部分产品的瑕疵尺寸指标已经小于 10um 以下，超过了人眼的分辨率极限，单靠人工的品质检测方式已经不能满足生产现场的要求，必须采用机器视觉技术才能确保产品出厂质量。
- **半导体：**机器视觉在半导体行业中的应用主要涉及到半导体外观缺陷、尺寸、数量、平整度、距离、定位、校准、焊点质量、弯曲度等检测，尤其是晶圆制作中的检测、定位、切割和封装过程全程都需要机器视觉技术的辅助。随着半导体产业规模的不断扩展以及技术的不断革新，半导体企业对于检测效率与精度的要求在不断提升，这将推动机器视觉应用的快速落地。
- **光伏：**在光伏产品的几大生产环节中，机器视觉系统可在产品生产控制、质量把控、生产管理方面为企业带来多项助益。在硅片环节，金刚线切割机将具备更高线速、更小轴距，使用线径更小的金刚线，对视觉系统的精度有了更高要求；硅片分选设备需要更灵活的尺寸规格切换能力，生产效率，以及对硅片厚度、线痕、尺寸、隐裂等的检测精度；在电池片环节，激光设备因新的工艺需求也对视觉精度、稳定性要求更为严格；丝网印刷机中，双轨高精度大硅片印刷设备对视觉系统能力的集成度需求更高；在组件环节，划焊一体机将成为新建产线的宠儿，其中对组件全尺寸的兼容能力、电池片切割精度、OBB串焊技术的创新，也将提升机器视觉系统的应用和技术迭代速度。
- **汽车：**保证汽车生产过程的高效与安全是汽车生产企业的重要目标。通过将机器视觉系统应用于质量检测、装

配等流程中，企业可有效提升大部分系统和组件的性能，确保汽车零部件制造商和汽车装配厂所生产的产品满足汽车行业严苛的质量要求。2021年是我国新能源汽车产业市场化的“元年”，在一系列利好因素带动下，我国新能源汽车产业高速发展带动上游动力电池需求增加，间接带动我国锂电池设备市场规模的增长。

- **锂电：**锂电池在迈向PPB极限制造的目标过程中，工艺非常复杂，机器视觉的特点就是-极高的检测效率、检测精度和超强稳定性，改变锂电池的生产方式，已成为锂电池生产装配中的标准配置。电芯前段工序，在涂布、辊压等环节，锂电池表面容易产生露箔、暗斑、亮斑、掉料、划痕等缺陷，机器视觉主要应用于涂布的涂覆纠偏、尺寸测量，极片的表面瑕疵检测、卷绕对齐度等环节。电芯后段工序主要应用于裸电芯极耳翻折、极耳裁切碎屑、极耳、入壳顶盖和密封钉焊接质量检测以及电芯外观检测、尺寸测量、贴胶定位等。模组和pack工序主要应用于底部蓝胶、BUSBAR 焊缝、侧焊缝、模组全尺寸和 PACK 检测等。
- **物流：**通过在自动化物流系统中应用机器视觉系统，快递物流企业能够获得精确的计费依据、实时的分拣信息、长效的历史数据，为快件分拣、费用结算、物流追溯提供基础支撑，进而提升物流运转的效率，并帮助快递物流企业获得数据洞察，改善决策与调度水平。



A background image of an industrial robotic arm with multiple joints and cables, rendered in a blue-tinted, slightly blurred style. The arm is positioned diagonally across the frame.

02

英特尔助力工业机器视觉—— 硬件篇

英特尔为机器视觉控制器系统提供了各种算力级别的处理器，丰富的可扩展高速 IO 及外围接口电路等硬件支撑，这些硬件包括英特尔® 凌动®、酷睿™、至强® 等处理器与 FPGA 及网络芯片，可以广泛满足用户从基础、主流、到高级的不同机器视觉系统的需求。

2.1 第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器

02

英特尔助力工业机器视觉——硬件篇

新特性

- 全新英特尔® DL Boost 的加速引擎英特尔® AMX 支持 BF16/INT8 数据类型，可大幅提升AI训练和推理性能
- 支持 DDR5 内存 (1DPC 内存模式下速度高达 4,800 MT/s, 2DPC 模式下速度高达 4,400 MT/s)，每路最多 16 个 DIMM
- 英特尔® 数据流加速器 (英特尔® DSA) 可实现数据快速传输，满足存储和网络的需求；支持 CXL 1.1 则可在 CPU 与加速器之间实现高效且一致的互联
- 多达 80 条 PCIe 5.0 通道带来出色的连接性

第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器

与第三代英特尔® 至强® 可扩展处理器的性能对比

1.33倍
性能提升⁴

3.01倍
AI推理性能提升
(面向图像分类, 借助
英特尔® AMX实现)

4.25倍
AI推理性能提升
(面向对象检测, 借助
英特尔® AMX实现)

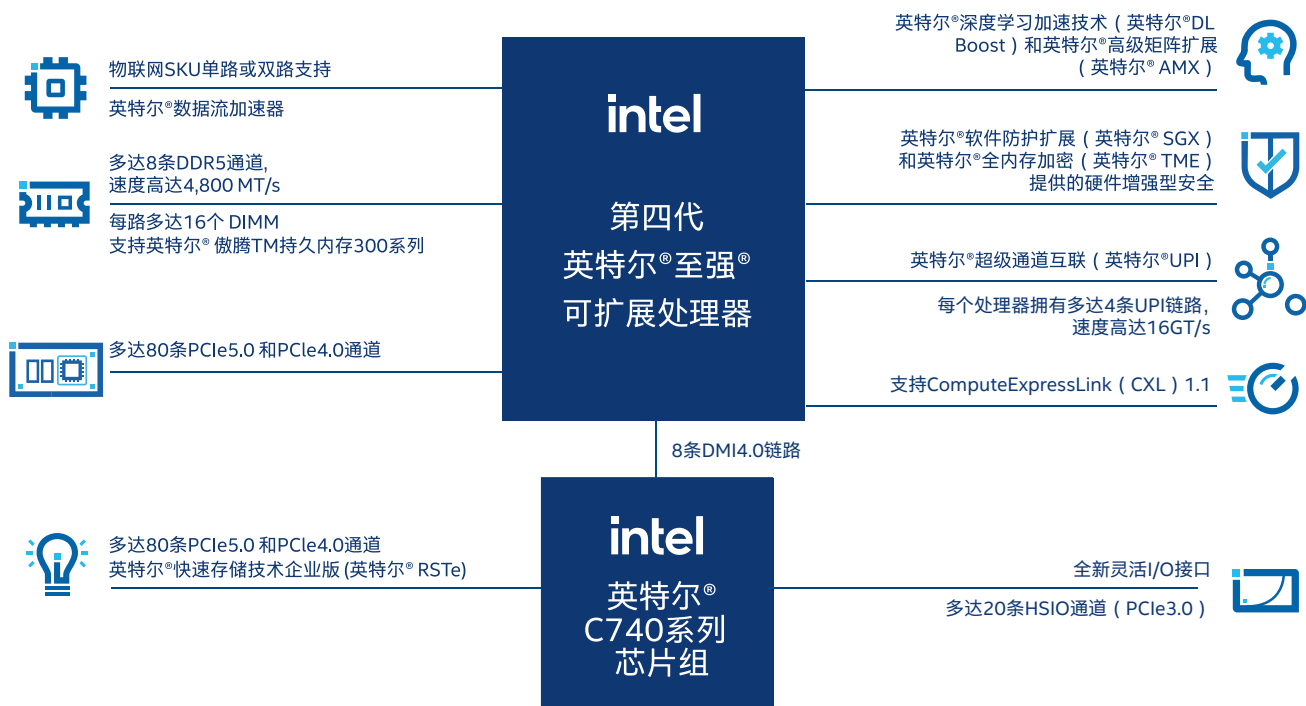
配合工作负载/配置信息请见: <https://edc.intel.com/content/www/cn/zh/products/performance/benchmarks/processors/> : 第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器。结果可能不同

工业制造：在更短的时间内运行计算密集型自动化设施以提高工厂产出

应用：装配线验证、缺陷检测、人机接口 (HMI)

- 以多达 52 个内核¹、高带宽 DDR5 内存和 PCIe 5.0 以及经全新英特尔® AMX 增强的英特尔® DL Boost，支持自动化和机器视觉领域的更多工作负载融合
- 支持英特尔® RDT，并且可为高优先级任务分配高速缓存和内存，从而优化 x86 硬件上的控制回路时间控制。
- 长期供货保证² 和 10 年的使用寿命³ (特定型号的 SKU 且在一定的温度使用条件下运行)，提高了系统可靠性。

处理器示意图



软件概览

类别	操作系统/SDK/引导加载程序	实施	发行与支持
操作系统	Red Hat Enterprise Linux 8.4 LTS、8.5 及更高版本 ^a	红帽	红帽
	SUSE Enterprise Linux SLE 15 SP3 及更高版本 ^a	SUSE	SUSE
	Ubuntu 21.10、22.04 LTS 及更高版本 ^a	Canonical、开源	Canonical
	Alibaba Cloud Linux ^a		
	VMware ESXi ^b	VMware	VMware
	Windows Server 2022 长期服务渠道 (LTSC) – 完全兼容 ^c	英特尔	英特尔、微软
	Windows Server 2019 LTSC/Windows 10 (CSME 或 SPS FW) – 有限兼容 ^d	英特尔	英特尔、微软
	Azure Stack Hyperconverged Infrastructure (HCI) v21H2 及更高版本 – 完全兼容 ^c	英特尔	英特尔、微软
	Azure Stack HCI v20H2 – 有限兼容 ^d	英特尔	英特尔、微软
SDK	Windows 11 (客户工作站) (CSME 和 SPS FW) – 完全兼容 ^e	英特尔	英特尔、微软
	Intel® oneAPI Video Processing Library (Intel® oneVPL)	英特尔	英特尔
	Intel® 发行版 OpenVINO™ 工具套件	英特尔	英特尔
	Intel® oneAPI 工具套件	英特尔	英特尔

并都所有操作系统均支持所有功能。合作伙伴联系信息详见英特尔的物联网解决方案社区。

a. 请联系操作系统供应商获取确切的支持和版本信息。

b. 请联系您的VMware代表获取兼容的ESXi版本。

c. 此版本在发布时提供的支持有限。更多功能将稍后提供

d. 仅支持传统功能，不支持第四代平台的功能。如操作系统供应商不再提供商业支持，版本将会降级。

e. 多个支持新操作系统的功能开箱即用。

第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器

SKU ^{A, B, C}	处理器 内核数	基频 (GHz) ^D	全核睿频 (GHz)	最大睿频 (GHz)	缓存 (MB)	TDP (瓦)	最大可扩展性	DDR5 内存速度	启用 英特尔® UPI链路	默认 英特尔® DSA设备	默认 英特尔® QAT设备	默认 英特尔® DLB设备	默认 英特尔® IAA设备	英特尔® SGX 飞速容量 (单个处理器)	长期供货 保证 ^E	支持英特尔® On Demand
双路高性能通用型																
英特尔®至强® 铂金 8470 处理器	52	2	3	3.8	105	350	2S	4800	4	1	0	0	0	512 GB	是	是
英特尔®至强® 铂金 8462Y+ 处理器	32	2.8	3.6	4.1	60	300	2S	4800	3	1	1	1	1	128 GB	是	是
英特尔®至强® 金牌 6448Y 处理器	32	2.1	3.0	4.1	60	225	2S	4800	3	1	0	0	0	128 GB	是	是
英特尔®至强® 金牌 6426Y 处理器	16	2.5	3.3	4.1	37.5	185	2S	4800	3	1	0	0	0	128 GB	是	是
英特尔®至强® 金牌 5415+ 处理器	8	2.9	3.6	4.1	22.5	150	2S	4400	3	1	1	1	1	128 GB	是	是
双路主线通用型																
英特尔®至强® 铂金 8452Y 处理器	36	2	2.8	3.2	67.5	300	2S	4800	4	1	0	0	0	128 GB	是	是
英特尔®至强® 金牌 6430 处理器	32	2.1	2.6	3.4	60	270	2S	4400	3	1	0	0	0	128 GB	是	是
英特尔®至强® 金牌 5420+ 处理器	28	2.0	2.7	4.1	52.5	205	2S	4400	3	1	1	1	1	128 GB	是	是
英特尔®至强® 金牌 5418Y 处理器	24	2.0	2.8	3.8	45	185	2S	4400	3	1	0	0	0	128 GB	是	是
英特尔®至强® 银牌 4416+ 处理器	20	2.0	2.9	3.9	37.5	165	2S	4000	2	1	1	1	1	64 GB	是	是
英特尔®至强® 银牌 4410Y 处理器	12	2.0	2.8	3.9	30	150	2S	4000	2	1	0	0	0	64 GB	是	是
单路通用型																
英特尔®至强® 铜牌 3408U 处理器	8	1.8	1.9	1.9	22.5	125	1S	4000	0	1	0	0	0	64 GB	是	否
内存数据库 (IMDB) / 数据分析 / 已针对虚拟化技术进行优化且路数可扩展																
英特尔®至强® 金牌 6418H 处理器	24	2.1	2.9	4.0	60	185	4S	4800	3	1	0	0	1	512 GB	是	否
长使用寿命 (物联网) 通用型 ^F																
英特尔®至强® 银牌 4410T 处理器	10	2.7	3.4	4.0	26.25	150	2S	4000	2	1	0	0	0	64 GB	是	是

英特尔® UPI链路 超级通道互联

英特尔® DSA设备 数据流加速器

英特尔® QAT设备 QuickAssist技术

英特尔® DLB设备 动态负载均衡器

英特尔® IAA设备 内存分析加速器

英特尔® 处理器编号不是性能指标。处理器编号用于在每个处理器家族中区分不同功能。不能跨越不同的处理器家族进行比较。

所有处理器均不含铅 (根据2006年7月生效的欧盟RoHS指令) 和卤素 (卤素残留量低于2007年11月提出的IPC/JEDECJ-STD-709标准)。

所有处理器均支持英特尔® 虚拟化技术 (英特尔® VT-x, VT-d)。

A.6418H长使用寿命SKU也是一种已针对内存数据库 (IMDB) 工作负载优化的SKU。

B.Y-SKU: 支持英特尔® Speed Select技术性能配置文件 (英特尔® SST-PP) 2.0。

C.除非另有说明, 否则所有8400, 6400和5400处理器都支持具有英特尔® SST Base Frequency (英特尔® SST-BF)、英特尔® SST CorePower (英特尔® SST-CP) 和英特尔® SST Turbo Frequency (英特尔® SST-TF) 功能的英特尔® SpeedSelect技术 (英特尔® SST)。S420+ SKU未配备英特尔® SST。

D.内核频率和内核类型因工作负载, 功耗和其他因素而异。更多信息请见<https://www.intel.cn/content/www/cn/zh/architecture-and-technology/turbo-boost/intel-turbo-boost-technology.html>

E.英特尔不通过路线图指导的方式承诺或保证产品可用性或软件支持。英特尔保留通过标准EOL/PDN流程更改路线图, 或是中止产品, 软件和软件支持服务的权利。有关更多信息, 请联系您的英特尔客户代表。

F.高可靠性工业用产品使用寿命可达10年。

有关英特尔® On Demand的更多信息, 请访问[intel.com/ondemand](https://www.intel.com/ondemand)。

产品规格请参阅<https://ark.intel.com/content/www/cn/zh/ark.html>。

2.2 英特尔® 酷睿™ 平台

2.2.1 第12代英特尔® 酷睿™ Alder Lake-S 平台

第12代英特尔® 酷睿™ 桌面处理器中创新的高性能混合架构可提升单线程和多线程性能并实现 AI 加速，以灵活部署物联网。

大幅提升针对计算密集型边缘工作负载的性能，部署稳健的、基于硬件的 AI 和图形加速。第 12 代英特尔® 酷睿™ 桌面处理器提供多达 16 个内核和 24 个线程，对于物联网和主流

应用而言，这样的内核/线程数量在英特尔® 酷睿™ 处理器产品线的整个物联网 SKU 中均属高位。该平台可驱动所有支持 PCIe 5.0 的平台，搭载 DDR5/DDR4 内存，支持 PCIe 4.0，可灵活扩展，处理器基础功率范围为 35W 至 65W，性能效率均衡。所有物联网 SKU 均提供长期供货保证¹ 与软件支持，使 IT/OT 投资可以获得持久收益。

首款采用高性能混合架构的英特尔® 酷睿™ 处理器

采用高性能混合架构的第 12 代英特尔® 酷睿™ 桌面处理器，代表了英特尔多年来在英特尔® 酷睿™ 处理器架构和性能方面的重大飞跃，对比第 10 代英特尔® 酷睿™ 处理器，第 12 代英特尔® 酷睿™ 桌面处理器的单线程性能提升高达 1.36 倍，多线程性能提升高达 1.35 倍²。这一革命性的芯

片设计集成了多达 8 个 P-core (性能核) 以加强物联网工作负载整合，以及 8 个 E-core (能效核)，可提升后台任务管理和多任务处理。英特尔® 硬件线程调度器可智能指挥操作系统将合适的工作负载分配到合适的内核。

第 12 代
英特尔® 酷睿™
桌面处理器

相比第 10 代英特尔®
酷睿™ 处理器²

高达

1.36 倍

单线程
性能提升²

高达

1.35 倍

多线程
性能提升²

高达

1.94 倍

显卡
性能提升²

高达

2.81 倍

GPU 图像分类推理
性能提升²

增强显卡性能，实现生动的沉浸式视频效果

可部署您的视觉密集型沉浸式应用。CPU 的设计以英特尔® Xe 架构驱动的英特尔® 超核芯 显卡 770 为基础，集成了多

达 32 个图形执行单元 (EU)，对比第 10 代英特尔® 酷睿™ 处理器，显卡性能提升高达 1.94 倍。

硬件加速和英特尔® 超核芯显卡 770 助力 AI 提速

随着 AI 在各行各业和各个用例中的广泛应用，第 12 代英特尔® 酷睿™ 桌面处理器将 GPU 图像分类推理性能提升 2.81 倍，可满足日益增长的需求。高性能显卡架构充分适应 AI 工作负载，通过快速、高效的推理支持更大规模的并行处理。

此外，AI 建设者可利用英特尔® 深度学习加速技术 (英特尔® DL Boost) 实现基于硬件的 AI 加速，同时利用英特尔® 发行版 OpenVINO™ 工具套件优化推理。

支持 PCIe 5.0 和 DDR5，连接更广泛

相较仅支持 PCIe 3.0 通道的前代处理器，第 12 代英特尔® 酷睿™ 桌面处理器支持 PCIe 5.0 且具有 PCIe 4.0 通道，可添加高速扩展卡或固态硬盘以及与 CPU 直连的更大的数据管

道。支持 DDR5-4800 和 DDR4-3200 内存，使应用更快、更同步，让物联网架构师能够利用融合的、高性价比的基础设施突破部署限制。

在多设备环境中实现流畅运行和时间敏感型数据处理

第 12 代英特尔® 酷睿™ 桌面处理器是本系列处理器中首款具备实时功能的英特尔® 桌面处理器。特定 CPU/PCH 组合支持英特尔® 时序协调运算 (英特尔® TCC) 和时间敏感网络 (TSN)，可在连接多台边缘设备时，尤其是在依赖时间敏感

型数据传输的工业或物流用例中，确保流畅运行。英特尔为系统架构师提供工具、库和 API，帮助他们调整实时部署，并为实时操作系统和实时系统管理程序提供支持。

主要特性

性能

- 英特尔® 7 制程工艺
- 物联网 SKU 拥有多达 16 个内核和 24 个线程
- 多达 30MB 的英特尔® 智能高速缓存
- 处理器基础功率范围为 35W 至 65W
- 实时功能 (特定型号 SKU 上支持)
- 单板可扩展: 可从第 12 代英特尔® 酷睿™ 桌面处理器中选择任意 PCH 和 CPU 用于物联网应用

英特尔® 超核芯显卡

- 由英特尔® X® 架构驱动的英特尔® 超核芯显卡 770，拥有多达 32 个 EU
- 显卡和显示虚拟化
- 可支持多达 4 个分辨率高达 4 的独立显示器或 1 个分辨率为 8K 的显示器
- 多达 2 个视频解码器 (VDbox)

AI 加速

- 通过在 CPU 上运行包含 VNNI 指令的英特尔® DL Boost、在 GPU 上运行 int8/dp4 指令，以及采用英特尔® 发行版 OpenVINO™ 工具套件，加速 AI 推理工作负载

内存和 I/O

- 高达 DDR5-4800 和 DDR4-3200
- CPU 提供多达 16 条 PCIe 5.0 通道及多达 4 条 PCIe 4.0 通道
- PCH 提供多达 12 条 PCIe 4.0 通道和 16 条 PCIe 3.0 通道

安全性与可管理性

- 英特尔® vPro 平台适用于特定 SKU
- 英特尔® 融合安全管理引擎版本 16

灵活部署

- LGA 插槽可根据物联网部署进行扩展
- 长期供货保证，支持在关键市场中进行持续验证和认证
- 提供物联网和主流产品
- 基于 Windows 实现 Genlock (同步锁相) 视频同步

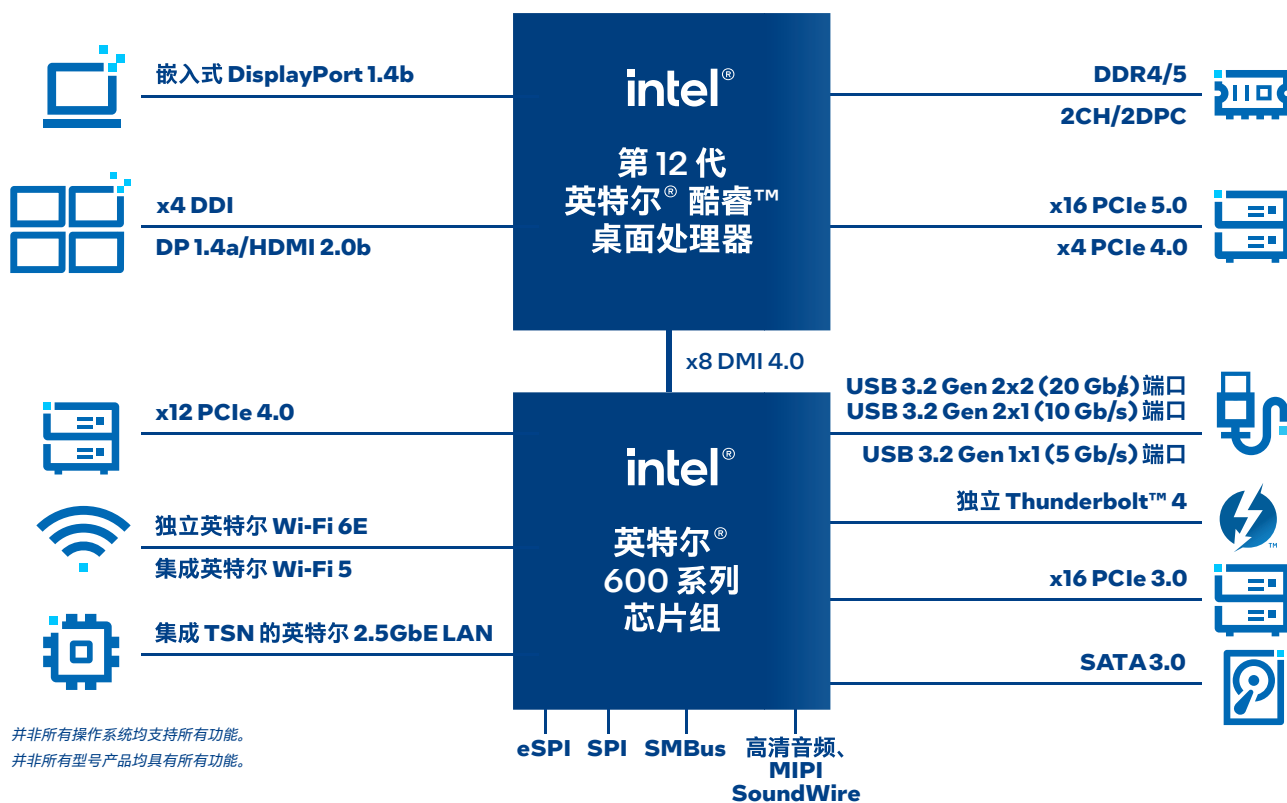
软件

- Windows 10 IoT Enterprise 2021 LTSC
- Yocto Project Linux
- 虚拟机中的 Celadon (安卓) (社区支持)
- KVM、ACRN (社区支持)
- UEFI 和 Slim Bootloader
- 软件开发套件

连接

- 独立 Thunderbolt™ 4 或 USB4
- 2.5GbE 独立 LAN
- 集成英特尔 Wi-Fi 5 (802.11ac)，在嵌入式使用条件下支持独立英特尔 Wi-Fi 6E

处理器示意图



第 12 代英特尔® 酷睿™ 处理器产品线

CPU 部件编号 ^A	CPU 类别	处理器内核 (P+E) ^B	处理器线程	英特尔 智能高速缓存 (L3)	处理器基础功率 (W)	单 P-core 睿频 ^C	单 E-core 睿频 ^C	GFX 执行单元	ECC	英特尔 vPro 平台	实时	PCH
英特尔® 酷睿™ i9-12900E 处理器	物联网	16 (8+8)	24	30 MB	65	高达 5 GHz	高达 3.8 GHz	32 EU	是	是	是 ^D	英特尔® R680E、W680 芯片组
									否	是	否	英特尔® Q670E、Q670 芯片组
									否	否	否	英特尔® H610E、H610 芯片组
英特尔® 酷睿™ i9-12900TE 处理器	物联网	16 (8+8)	24	30 MB	35	高达 4.8 GHz	高达 3.6 GHz	32 EU	是	是	否	英特尔® R680E、W680 芯片组
									否	是	否	英特尔® Q670E、Q670 芯片组
									否	否	否	英特尔® H610E、H610 芯片组
英特尔® 酷睿™ i9-12900 处理器	主流工作负载	16 (8+8)	24	30 MB	65	高达 5 GHz	高达 3.8 GHz	32 EU	是	是	否	英特尔® R680E、W680 芯片组
									否	是	否	英特尔® Q670E、Q670 芯片组
									否	否	否	英特尔® H610E、H610 芯片组
英特尔® 酷睿™ i7-12700E 处理器	物联网	12 (8+4)	20	25 MB	65	高达 4.8 GHz	高达 3.6 GHz	32 EU	是	是	是 ^D	英特尔® R680E、W680 芯片组
									否	是	否	英特尔® Q670E、Q670 芯片组
									否	否	否	英特尔® H610E、H610 芯片组
英特尔® 酷睿™ i7-12700TE 处理器	物联网	12 (8+4)	20	25 MB	35	高达 4.7 GHz	高达 3.6 GHz	32 EU	是	是	否	英特尔® R680E、W680 芯片组
									否	是	否	英特尔® Q670E、Q670 芯片组
									否	否	否	英特尔® H610E、H610 芯片组
英特尔® 酷睿™ i7-12700 处理器	主流工作负载	12 (8+4)	20	25 MB	65	高达 4.8 GHz	高达 3.6 GHz	32 EU	是	是	否	英特尔® R680E、W680 芯片组
									否	是	否	英特尔® Q670E、Q670 芯片组
									否	否	否	英特尔® H610E、H610 芯片组
英特尔® 酷睿™ i5-12500E 处理器	物联网	6 (6+0)	12	18 MB	65	高达 4.5 GHz	—	32 EU	是	是	是 ^D	英特尔® R680E、W680 芯片组
									否	是	否	英特尔® Q670E、Q670 芯片组
									否	否	否	英特尔® H610E、H610 芯片组
英特尔® 酷睿™ i5-12500TE 处理器	物联网	6 (6+0)	12	18 MB	35	高达 4.3 GHz	—	32 EU	是	是	否	英特尔® R680E、W680 芯片组
									否	是	否	英特尔® Q670E、Q670 芯片组
									否	否	否	英特尔® H610E、H610 芯片组
英特尔® 酷睿™ i5-12500 处理器	主流工作负载	6 (6+0)	12	18 MB	65	高达 4.6 GHz	—	32 EU	是	是	否	英特尔® R680E、W680 芯片组
									否	是	否	英特尔® Q670E、Q670 芯片组
									否	否	否	英特尔® H610E、H610 芯片组
英特尔® 酷睿™ i5-12400 处理器	主流工作负载	6 (6+0)	12	18 MB	65	高达 4.4 GHz	—	24 EU	否	否	否	英特尔® R680E、W680 芯片组
									否	否	否	英特尔® Q670E、Q670 芯片组
									否	否	否	英特尔® H610E、H610 芯片组
英特尔® 酷睿™ i3-12100E 处理器	物联网	4 (4+0)	8	12 MB	60	高达 4.2 GHz	—	24 EU	是	否	是 ^D	英特尔® R680E、W680 芯片组
									否	否	否	英特尔® Q670E、Q670 芯片组
									否	否	否	英特尔® H610E、H610 芯片组
英特尔® 酷睿™ i3-12100TE 处理器	物联网	4 (4+0)	8	12 MB	35	高达 4.0 GHz	—	24 EU	是	否	否	英特尔® R680E、W680 芯片组
									否	否	否	英特尔® Q670E、Q670 芯片组
									否	否	否	英特尔® H610E、H610 芯片组
英特尔® 酷睿™ i3-12100 处理器	主流工作负载	4 (4+0)	8	12 MB	60	高达 4.3 GHz	—	24 EU	是	否	否	英特尔® R680E、W680 芯片组
									否	否	否	英特尔® Q670E、Q670 芯片组
									否	否	否	英特尔® H610E、H610 芯片组

02

英特尔助力工业机器视觉——硬件篇

2.2.2 第 12 代英特尔® 酷睿™ Alder Lake-P 平台

第 12 代英特尔® 酷睿™ 移动处理器

第 12 代英特尔® 酷睿™ 移动处理器为关键物联网用例中的移动硬件对象提供了差异化的功能和价值。媒体加速器 and 多达 96 个图形执行单元 (EU) 由英特尔锐炬® Xe 显卡驱动，可提供高性能图形处理能力和快速的视频处理能力，满足沉浸式体验或高度并行的 AI 工作负载的需求。第 12

代英特尔® 酷睿™ 移动处理器具有高度通用性，提供多达 14 个内核和 20 个线程，处理器基础功率范围为 15W 至 45W，内存为高带宽 DDR5 和 LPDDR5，可维持性能与功耗之间的平衡。所有物联网 SKU 均提供长期供货保证与软件支持，使 IT/OT 投资可以获得持久收益。

首款采用高性能混合架构的英特尔® 酷睿™ 处理器

第 12 代英特尔® 酷睿™ 移动处理器是首款采用高性能混合架构并集成英特尔® 硬件线程调度器的英特尔® 酷睿™ 处理器。这种创新的新芯片设计将专注于主要工作负载的 P-core（性能核）与专为多任务处理而构建的 E-core（能效核）相结合。英特尔® 硬件线程调度器可智能指示操作系

统将适当的工作负载与合适的内核相匹配。这是英特尔® 酷睿™ 处理器技术多年来的重大飞跃，与第 11 代英特尔® 酷睿™ 处理器相比，单线程性能提高了 1.07 倍，多线程性能提高了 1.29 倍。

超高的边缘视频图形密度

与第 11 代英特尔® 酷睿™ 处理器相比，第 12 代英特尔® 酷睿™ 移动处理器的显卡性能提高了 2.47 倍。借助英特尔锐炬® Xe 显卡，该移动平台提供多达 96 个图形 EU，可在物联网部署中呈现炫目的视觉效果，并为潜在节省物料清单 (BOM) 成本打开了大门。第 12 代英特尔® 酷睿™ 移动处理

器还提供多达四个显示通道，可同时支持多达四个 4K60 HDR 显示器或一个 8K 显示器。对于视频墙部署，该处理器支持 Windows 通道锁定视频同步，有助于提供跨多个显示器的流畅播放体验。

硬件加速和英特尔® 锐炬® Xe 显卡成就出色的 AI 功能

大量的图形 EU 同样便于 AI 推理，可提高 AI 工作负载常用数学运算的并行程度。该平台还通过英特尔® 深度学习加速技术（英特尔® DL Boost）和 VNNI 指令支持基于硬件的 AI 加速，通过 int8 量化实现强大的 AI 性能。平台支持英特尔®

发行版 OpenVINO™ 工具套件，可提供优化的性能，同时帮助开发人员对常见用例进行 AI 模型预训练，从而加快上市时间。

身形小巧，却非常耐用

第 12 代英特尔® 酷睿™ 移动处理器采用了更加先进的封装技术，有助于提高设备耐用性和外形轻便性。处理器的这种封装方式本身能够抵抗冲击和振动，非常适合空间受限的物联网应用。

增加连接通道，采用 DDR5/LPDDR5 内存

多达 16 条 PCIe 4.0 通道为加速器和扩展卡提供直连 CPU 的快速数据通道。DDR5-4800 和 LPDDR5-5200 的高内

存带宽使物联网部署能够快速传输大量数据，解决方案提供商因此可以在更少的设备上同时运行更多的应用。

更易于管理，便于长期部署

第 12 代英特尔® 酷睿™ 移动处理器兼容 Windows 10 IoT Enterprise 2021 LTSC 和 Linux 内核长期支持版，操作系

统更新周期间隔稳定且更久，可确保现场设备性能一致。

第 12 代 英特尔® 酷睿™ 移动处理器

性能测量结果基于同
第 11 代英特尔® 酷睿™
处理器的比较²

高达

1.07 倍

单线程
性能提升²

高达

1.29 倍

多线程
性能提升²

高达

2.47 倍

显卡
性能提升²

高达

2.77 倍

GPU 图像分类推理
性能提升²

主要特性

性能

- 英特尔® 7 制程工艺
- 物联网 SKU 拥有多达 14 个内核及 20 个线程
- 多达 24MB 的英特尔® 智能高速缓存
- 处理器基础功率范围为 15W 至 45W

英特尔锐炬 X® 显卡

- 英特尔® 锐炬 X® 显卡拥有多达 96 个执行单元 (EU)
- HDMI 2.1 (加装 LSPSON)，最多同时支持四个 4K60HDR 分辨率的显示器或一个 8K 分辨率的显示器
- 多达两个视频解码器 (VDBOX)，支持多达 48 个同步 1080p 输入流
- Windows、显卡和显示虚拟化的通道锁定视频同步

AI 加速

- 图形 EU 多达 96 个，便于医疗成像和网络视频录像机 (NVR) 等应用中高度并行的 AI 工作负载处理
- 通过在 CPU 上运行包含 VNNI 指令的英特尔® DLBoost 在 GPU 上运行 DP4a (int8) 指令，以及采用英特尔® 发行版 OpenVINO™ 工具套件，加速 AI 推理工作负载

内存和 I/O

- 高达 DDR5-4800/LP5-5200 (2R)；以及高达 DDR4-3200、Lp4x-4267 的内存
- CPU 提供多达 16 条 PCIe 4.0 通道
- PCH 提供多达 12 条 PCIe 3.0 通道

安全性与可管理性

- 英特尔® vPro 平台适用于特定 SKU
- 英特尔® 融合安全管理引擎版本 16

灵活部署

- 焊入式 (soldered down) BGA 封装，满足紧凑型物联网应用对低 z 轴高度和机械完整性的要求
- 长期供货保证，支持在关键市场中进行持续验证和认证

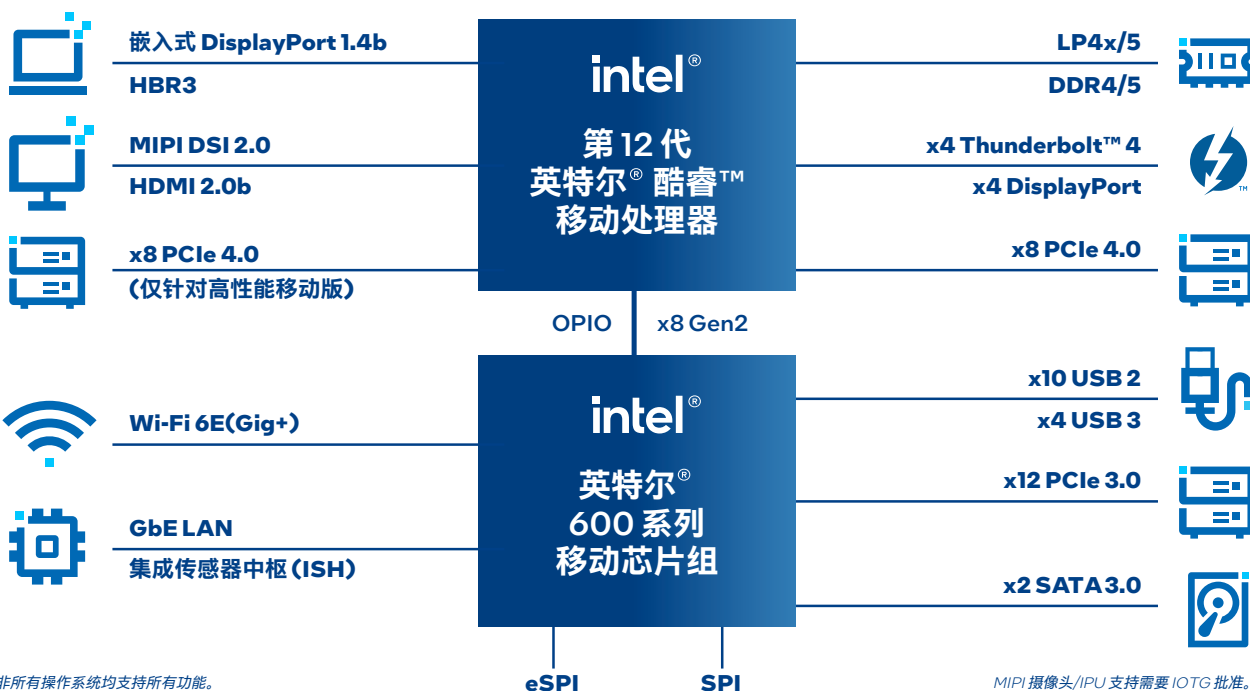
软件

- Windows 10 IoT Enterprise 2021 LTSC
- Yocto Project Linux
- 虚拟机中的 Celadon (安卓) (社区支持)
- KVM、ACRN (社区支持)
- UEFI 和 Slim Bootloader
- 软件开发套件

连接

- 独立 Thunderbolt™ 4 或 USB4
- 集成 1GbE 端口，2.5GbE 独立 LAN
- 在嵌入式使用条件下支持独立英特尔® Wi-Fi 6E/蓝牙 5.2 (英特尔® AX 210) 和集成英特尔® Wi-Fi 5/蓝牙 5.1 (英特尔® Wireless-AC 9560)
- 英特尔® 5G 平台基于英特尔® 的主机调制解调器软件和广和通的 M.2 模块

处理器示意图



并非所有操作系统均支持所有功能。
并非所有型号产品均具有所有功能。

MIPI 摄像头/IPU 支持需要 IOTG 批准。
Thunderbolt™ 4 支持需要 IOTG 批准。
请联系您的英特尔代表。

2.3 英特尔®低功耗平台系列： 凌动®和赛扬®平台

英特尔®凌动® x6000E 处理器系列、英特尔® 奔腾® 和英特尔® 赛扬® N 和 J 系列处理器。

为支持新一代物联网边缘设备，英特尔®已开发出全新物联网增强型处理器系列：英特尔®凌动® x6000E 处理器系列、英特尔® 奔腾® 和英特尔® 赛扬® N 和 J 系列处理器。这些处理器以更高水平的 CPU 和显卡性能为基础，并集成了物联网功能、实时性能、可管理性、安全性和功能安全。

与上一代产品相比，该系列处理器：

- 单线程性能青出于蓝，提升高达 1.7 倍。¹
- 多线程性能青出于蓝，提升高达 1.5 倍。²
- 显卡性能青出于蓝，提升高达 2 倍。³

关键功能⁴

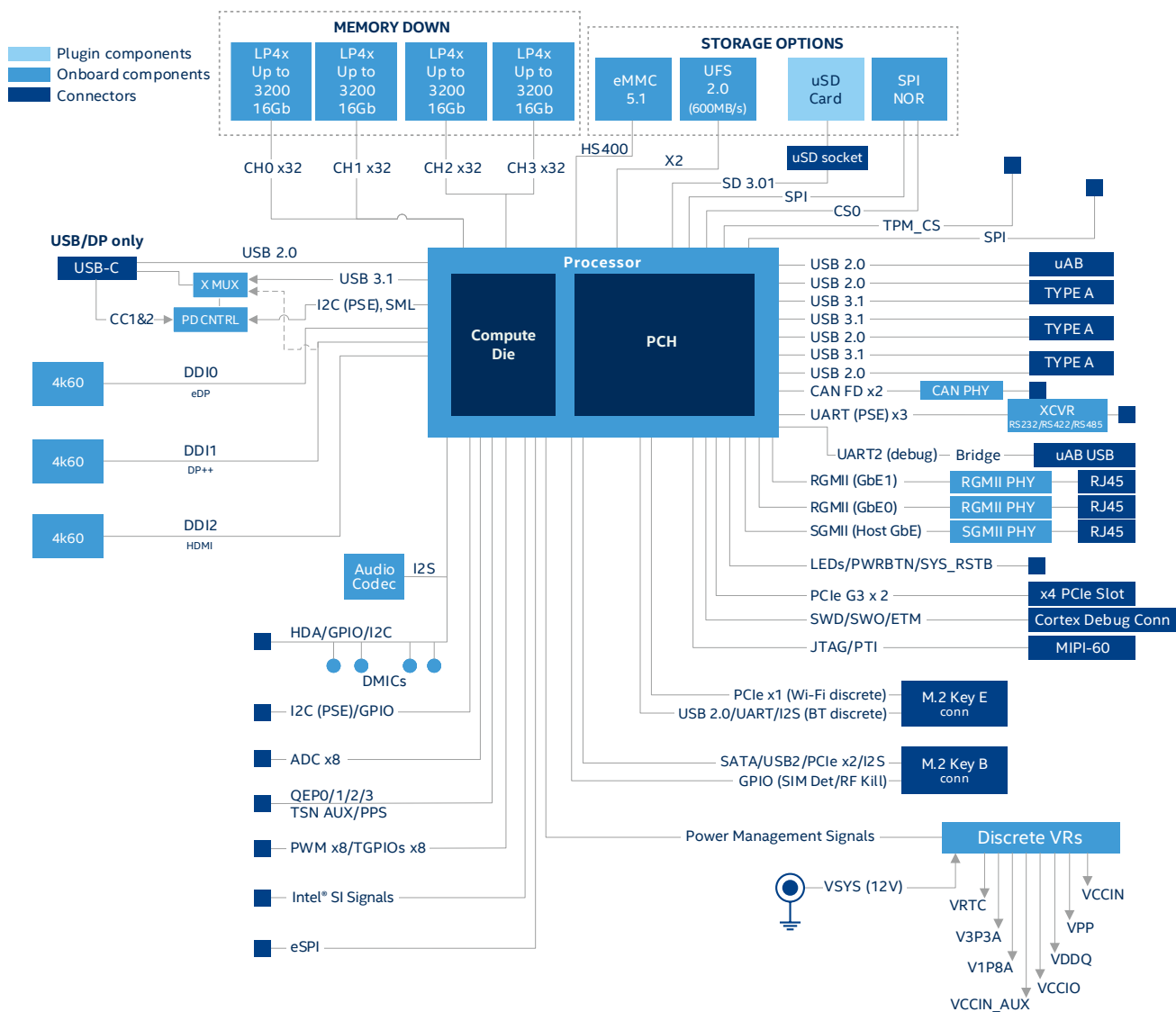
- 双核和四核主频范围为 1.0 GHz 至 2.0 GHz 突发频率变化高达 3.0 GHz。
- 支持 4 路 32 位最高传输速率为 4267 MT/s 的 LPDDR4/x，或者支持两路 64 位最高传输速率为 3200 MT/s 的 DDR4 内存，总内存容量最大支持到 32 GB。支持内存带内错误纠正功能 IB ECC。
- 英特尔® 集成显卡可通过 DisplayPort 1.3 和 HDMI 2.0b 驱动至多三路独立 4Kp60 显示。
- 人工智能和计算机视觉：集成显卡高达 32 个执行单元（EU）内核，可以加速深度学习推理和计算机视觉。
- 高速通道：八条通道/六个端口 PCIe 3.0、至多四个 USB 3.1 端口、10 个 USB 2.0 端口，以及至多两个 UFS 2.0 端口。3 个 2.5GbE 时间敏感网络 MAC。
- 处理器内置的英特尔® 可编程服务引擎（英特尔® PSE）是专为物联网功能打造的负载引擎，采用了 ARM Cortex-M7 微控制器。该引擎可为物联网应用程序提供独立的低 DMIPS 计算和低速输入/输出，还能为实时计算和时间敏感型同步提供专门服务。
- 英特尔® 可编程服务引擎（英特尔® PSE）配备了新的功能，如远程带外设备管理、网络代理、精简的嵌入式控制器和传感器控制中心。通过开源代码或预置固件二进制，您可以使用灵活的编程方式配置英特尔® 可编程服务引擎（英特尔® PSE），从而满足实际的应用需求，并运行基于 ARM 的实时应用程序。
- 实时计算：英特尔® 时序协调运算（英特尔® TCC）和时间敏感网络 TSN 支持设备层面和整个设备网络带宽最坏情况下的执行时间（WCET）和超可靠低延迟通信（URLLC）。
- 符合严格的功能安全（FuSa）要求：英特尔® Safety Island（英特尔® SI）。
- 英特尔® 凌动® x6427FE 和 x6200FE 处理器符合 IEC 61508 和 ISO 13849 的功能安全要求（SIL2/Cat.3 PL d 认证，SIL3/Cat.4 PL e 适用）。功能安全的相关功能和高度可靠的性能已内置于芯片中，此外还配备了完整的技术文档（安全手册、安全分析和用户指南），使客户认证流程更加快捷和简便。
- 以太网：集成 3 个 2.5GbE 时间敏感网络 MAC。

^{1,2,3} 资料来源：英特尔。使用英特尔奔腾® J4205 处理器作为上一代处理器，1）基于硅前预测的 SPEC CPU 2006 测量指标估算和 2）基于硅前预测的 3DMark11 估算的声明。配置：性能结果基于截至 2020 年 9 月 1 日的预测 处理器：英特尔奔腾® J6425 处理器 PL1=10W TDP，4C4T 睿频最高可达 3.0 GHz 显卡：英特尔® 显卡第十一代 gfx 内存：16 GB LPDDR4-3200 操作系统：Windows® 10 Pro 编译器版本：IC18 处理器：英特尔奔腾® J4205 处理器 PL1=10W TDP，4C4T 睿频最高可达 2.6 GHz 显卡：英特尔® 显卡第九代 gfx 内存：16 GB LPDDR4-2400 操作系统：Windows® 10 Pro 编译器版本：IC18 性能数据为硅前预测，可能发生变化。随着开展更多测试，可能需要修改报告的评测结果。测试结果因测试中使用的特定平台配置和工作负载而异，并且可能不适用于任何特定的用户组件、计算机系统或工作负载。测试结果不一定代表其他基准测试。

⁴ 并非所有 SKU 均包含每项特性。

操作系统⁵

- Windows 10 IoT Enterprise (64-bit)
- Yocto Project BSP tool-based embedded Linux distribution (64-bit)
- Linux Ubuntu (64-bit)
- Wind River Linux LTS distribution (64-bit)
- Android 10 (64-bit)⁶



图：参考平台

⁵ 并非每个操作系统都支持所有特性。

⁶ 安卓 10 (64 位) 的可用性待定。

英特尔® Elkhart Lake 平台 — 奔腾® 与赛扬® 家族

	Intel® Celeron® Processor J6413 ¹	Intel® Celeron® Processor J6412 ¹	Intel® Pentium® Processor J6426	Intel® Celeron® Processor N6211 ¹	Intel® Celeron® Processor N6210	Intel® Pentium® Processor N6415 ¹
Use condition	PC Client					
Cores	4	4	4	2	2	4
TDP	10W	10W	10W	6.5W	6.5W	6.5W
HFM	1.8GHz	2.0GHz	2.0GHz	1.2GHz	1.2GHz	1.2GHz
Burst Frequency Single/Dual Core Rate ¹	3.0GHz	2.6GHz	3.0GHz	3.0GHz	2.6GHz	3.0GHz
Burst Frequency Triple/Quad Core Rate	2.7GHz	2.6GHz	2.7GHz	0 MHz	0 MHz	2.7GHz
Intel® UHD Graphics	16EUs	16EUs	32 EUs	16EUs	16EUs	16EUs
GFX HFM	400MHz	400MHz	400MHz	250MHz	250MHz	350MHz
GFX Burst (Turbo) Mode	800MHz	800MHz	850MHz	750MHz	750MHz	800MHz
T _j	0 to +105C	0 to +105C	0 to +105C	0 to +105C	0 to +105C	0 to +105C
T _a	0 to 70C	0 to 70C	0 to 70C	0 to 70C	0 to 70C	0 to 70C
Integrated Heat Spreader (I.H.S) (i.e.Lid)	No	No	No	No	No	No
Intel® Programmable Services Engine	Enabled	Disabled	Enabled	Enabled	Disabled	Enabled
In-Band ECC	No	No	No	No	No	No
Intel® Time Coordinated Computing	No	No	No	No	No	No
FuSa	No	No	No	No	No	No

¹Since all cores in C0 state will run at the same frequency, this frequency is only available for these SKUs when at least 2 cores are disabled or are in a C1 state or below.

* Please refer to EDS documentation for details on the GFX HFM for Real-Time industrial SKUs.

英特尔® Elkhart Lake 平台 — 凌动® 家族

	Intel Atom® x6211E Processor ¹	Intel Atom® x6413E Processor	Intel Atom® x6425E Processor	Intel Atom® x6212RE Processor	Intel Atom® x6414RE Processor	Intel Atom® x6425RE Processor	Intel Atom® x6427FE Processor	Intel Atom® x6200FE Processor	Intel Atom® x6400FE Processor
Use condition	Embedded			Industrial					
Cores	2	4	4	2	4	4	4	2	4
TDP	6W	9W	12W	6W	9W	12W	12W	4.5W	7.5W
HFM	1.3GHz	1.5GHz	2.0GHz	1.2GHz	1.5GHz	1.9GHz	1.9GHz	1.0GHz	1.0GHz
Burst Frequency Single/Dual Core Rate ¹	3.0GHz	3.0GHz	3.0GHz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Burst Frequency Triple/Quad Core Rate	0 MHz	2.7GHz	2.7GHz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Intel® UHD Graphics	16EUs	16EUs	32EUs	16EUs	16EUs	32EUs	32EUs	N/A	N/A
GFX HFM	350MHz	500MHz	500MHz	350MHz	400MHz	400MHz	400MHz	N/A	N/A
GFX Burst (Turbo) Mode	750MHz	750MHz	750MHz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
T _j	-40 to +105C	-40 to +105C	-40 to +105C	-40 to +110C	-40 to +110	-40 to +110C	-40 to +110C	-40 to +110C	-40 to +110C
T _a	-40 to +85C	-40 to +85C	-40 to +85C	-40 to +85C	-40 to +85C	-40 to +85C	-40 to +85C	-40 to +85C	-40 to +85C
Integrated Heat Spreader (I.H.S) (i.e.Lid)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Intel® Programmable Services Engine	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled	Enabled
In-Band ECC	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Intel® Time Coordinated Computing	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
FuSa	No	No	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes

02

英特尔助力工业机器视觉——硬件篇

2.4 英特尔® 工业边缘节点硬件参考架构

工业边缘节点参考架构是一个模块化硬件参考设计（基于英特尔®凌动® 处理器（EHL）和英特尔® 酷睿™ 处理器（WHL-U，TGL-U）平台的参考设计），用于广泛的工业边缘应用如控制和视觉等。其具有两款主要参考设计，均采用了核心模块和外设模块分离的模块化架构。

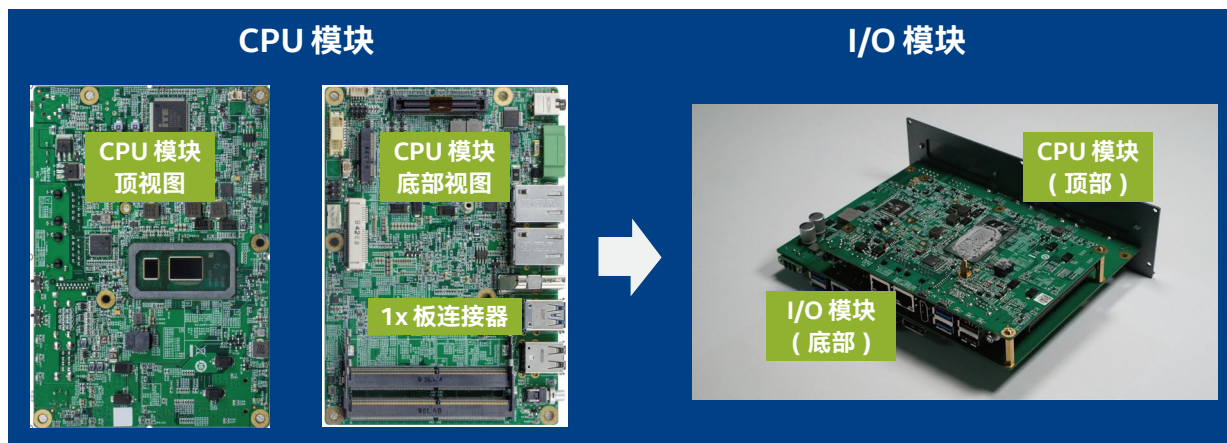


架构优势

- 模块化设计：支持自定义 I/O 的多品类、小批量产品，不仅节省成本，还能节省时间；
- 高扩展：CPU 可以升级，在旧 I/O 模块上可搭配最新 CPU 模块，提供卓越体验；
- 工业级坚固：工业级 I/O，工业级连接器 + 无风扇的坚固设计。

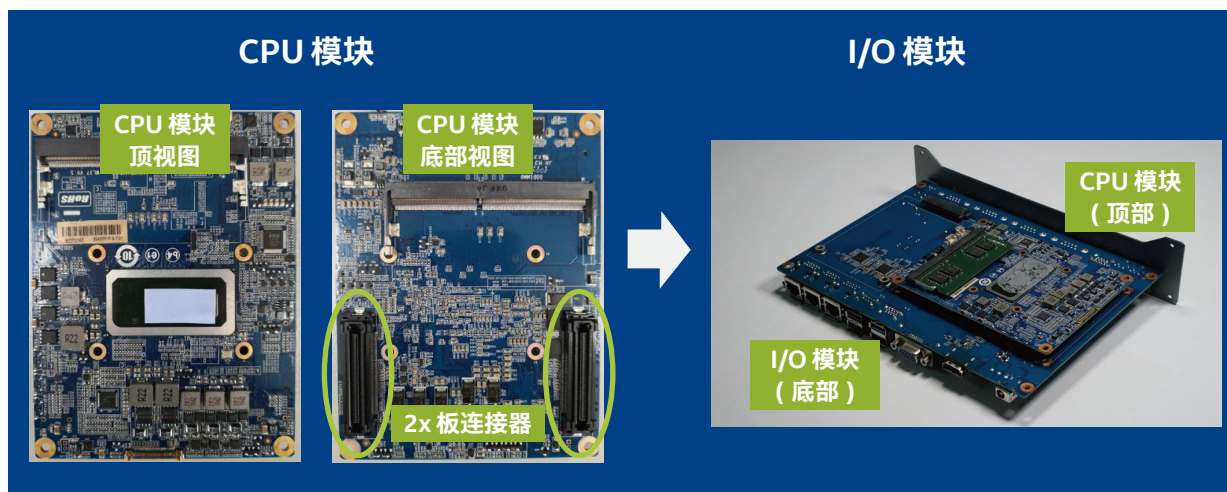
简约扩展版（类型-E）

适用于工业边缘网关和需要较少扩展接口的工业边缘控制器。简约扩展版工业边缘节点参考设计的核心模块带有常用接口，可以独立工作作为网关，HMI 等产品应用。如果需要更多扩展接口，也可以通过一个 120 针脚的板对板连接器增加外设模块，从而满足新的应用。



灵活定制版 (类型-F)

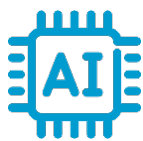
适用于需要较多扩展接口的工业边缘控制器和工业边缘云服务器。灵活定制版工业边缘节点参考设计的核心模块仅带有 eDP 接口，必须通过两个 120 针脚的板对板连接器搭配外设模块方可成为 PLC，CNC 等产品应用。



典型适用场景



工业视觉
控制器



AI
计算盒



AGV
控制器



软 PLC



4G/5G
工业智能网关

A yellow industrial robotic arm is shown in a factory setting, with blue cables connected to it. The background is slightly blurred, showing other industrial equipment. A green semi-transparent overlay covers the lower half of the image, containing the text.

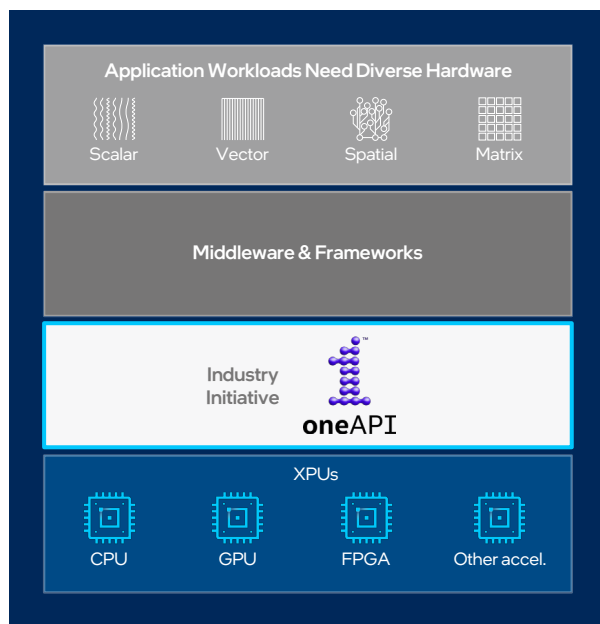
03

英特尔®助力工业机器视觉 — 软件篇

3.1 英特尔® OneAPI 工具包 —— 跨架构性能加速

3.1.1 什么是 oneAPI

oneAPI 是一种跨行业、开放、基于标准的统一编程模型，它可以提供跨加速器架构的通用开发人员体验，以期达到更快的应用程序性能、更高的生产力，以及更广阔的创新空间。oneAPI 行业计划鼓励在整个生态系统中就 oneAPI 规范和兼容的 oneAPI 实现进行协作。



图：oneAPI 行业倡议 (<https://www.oneapi.io/>)

基于 oneAPI 行业倡议的 oneAPI 规范的目标是为加速器启用一个开放的、行业标准的、跨架构的软件堆栈。其包含的元素有：

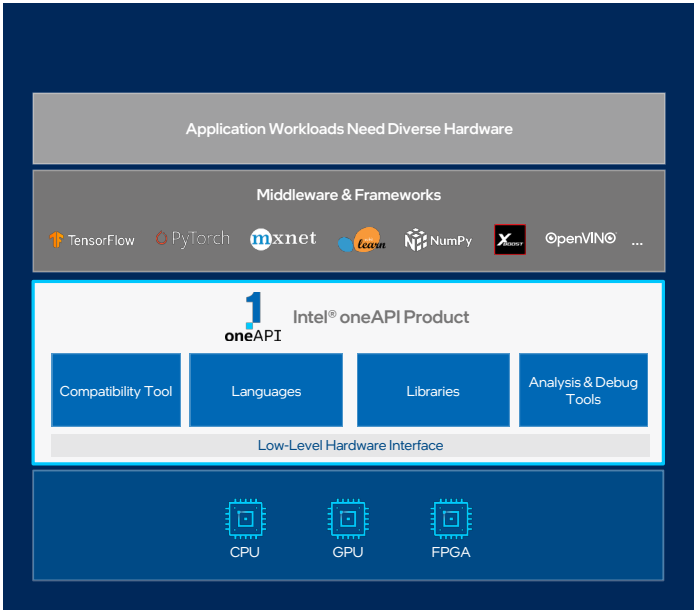
- DPC++: oneAPI Data Parallel C++
- oneDPL: oneAPI Data Parallel C++ Library
- oneDNN: oneAPI Deep Neural Network Library
- oneCCCL: oneAPI Collective Communications Library
- oneDAL: oneAPI Data Analytics Library
- oneMKL: oneAPI Math Kernel Library
- oneTBB: oneAPI Threading Building Blocks
- oneVPL: oneAPI Video Processing Library
- Level Zero: oneAPI Level Zero
- oneAPI Ray Tracing

3.1.2 英特尔® oneAPI 产品

英特尔®公司根据 oneAPI 规范，于 2020 年 12 月推出了 英特尔® oneAPI 产品。针对不同的硬件平台，其具有统一的编程模型，可简化各种架构的开发流程。

英特尔® oneAPI 工具包提供开放、统一的跨架构编程模型，旨在简化跨多架构的开发过程（如 CPU、GPU、FPGA、其他加速器）。oneAPI 让开发者在一个开放、基于标准的编

程环境中，打破基于单个厂商的封闭式编程模型的限制，为加速计算提供出色性能，并且允许代码持续迭代。在英特尔® oneAPI 工具包的加持下，开发者可以自由选择架构以解决他们所面临的问题，无需为了新的架构和平台而重写软件。



图：英特尔® oneAPI 产品示意图

英特尔® oneAPI 工具包由英特尔基于行业标准开发而成，通过底层硬件接口来匹配不同的硬件架构，包括原生工具包以及数据科学与人工智能（AI）工具包。其中原生工具包包括 oneAPI 基础工具包（提供 oneAPI DPC++/C++ 编译器、各种高性能开发库、调试、性能分析和优化工具，以及 CUDA 迁移协助工具）、高性能计算工具包（提供传统 C++/Fortran 编译器、MPI 库，以及 Inspector、Cluster Checker 等分析工具）、物联网工具包（构建在网络边缘运行的高性能、高效、可靠的应用程序）以及可视化工具包（创建高性能、高保真的可视化应用程序）。

数据科学与人工智能工具包包括 oneMKL、oneDNN 等 AI 工具包以及 oneAPI 助力的 OpenVINO™ 工具套件。

英特尔® oneAPI 工具包套件提供丰富的工具，以帮助开发人员快速的开发产品和提升产品质量。除了 Intel oneAPI Base Toolkits，开发人员可以根据不同的需要选择不同的套件，如 HPC Toolkits 和 IoT Toolkits 等等，详情请访问：Intel oneAPI Product 官网：<https://www.intel.com/content/www/us/en/developer/tools/oneapi/overview.html>

- 包含统一语言和函数库，可帮助实现原生代码性能；
- 支持在广泛的硬件上发挥出原生代码性能，如 CPU、GPU、FPGA 和加速器等；
- oneAPI 是一个基础的编程软件栈，用于优化位于其上的中间件和框架，包括 TensorFlow 等 AI 框架；
- 支持优化位于其上的用户和行业应用（部分会用到中间件和框架）；
- 基于开放规范和/或标准，兼容多种厂商的产品。

跨架构应用

- 基于开放标准，跨架构编程；
- 多种优化的工具，包括 DPC++ Compatibility Tool、DPC++/C++ Compiler、oneAPI Libraries 和 Advanced Analysis & Debug Tools 等。

3.2 OpenVINO™ 工具套件概述 — 深度学习推理加速

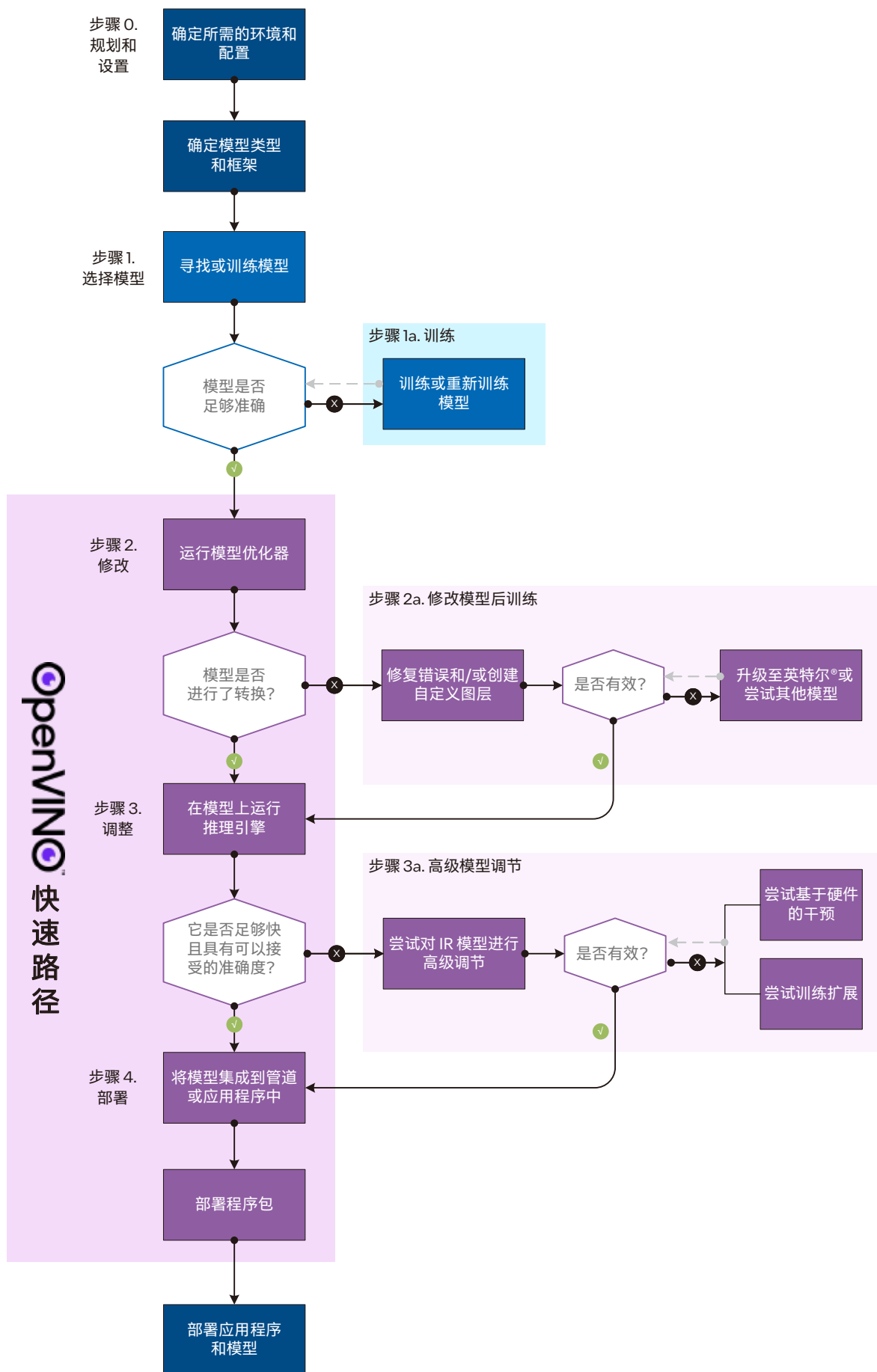
OpenVINO™ 工具套件是一个开源工具包，用于开发应用程序和解决方案，以解决各种任务（包括人类视觉模拟、自动语音识别、自然语言处理和推荐系统等）的综合工具套件。该工具套件基于最新一代的人工神经网络，包括卷积神经网络（CNN）、递归网络和基于注意力的网络，可扩展跨英特尔® 硬件的计算机视觉和非视觉工作负载，从而最大限度地提高性能。它通过从边缘到云部署的高性能、人工智能和深度学习推理来为应用程序加速。

OpenVINO™ 工具套件:

- 基于卷积神经网络的深度学习推理
- 支持跨英特尔® CPU、英特尔® 集成显卡、英特尔® 神经电脑棒 2 和搭载英特尔® Movidius™ Myriad™ X VPU 的英特尔® Vision Accelerator Design 的异构执行
- 通过一套易用的计算机视觉功能库和预优化内核库来加速上市时间
- 包括了针对计算机视觉标准进行优化的调用，包括 OpenCV* 和 OpenCL™

3.2.1 OpenVINO™ 工具套件工作流程

以下图表显示了典型的 OpenVINO™ 工具套件工作流程



图：OpenVINO™ 工具套件工作流程

模型准备、转换和优化

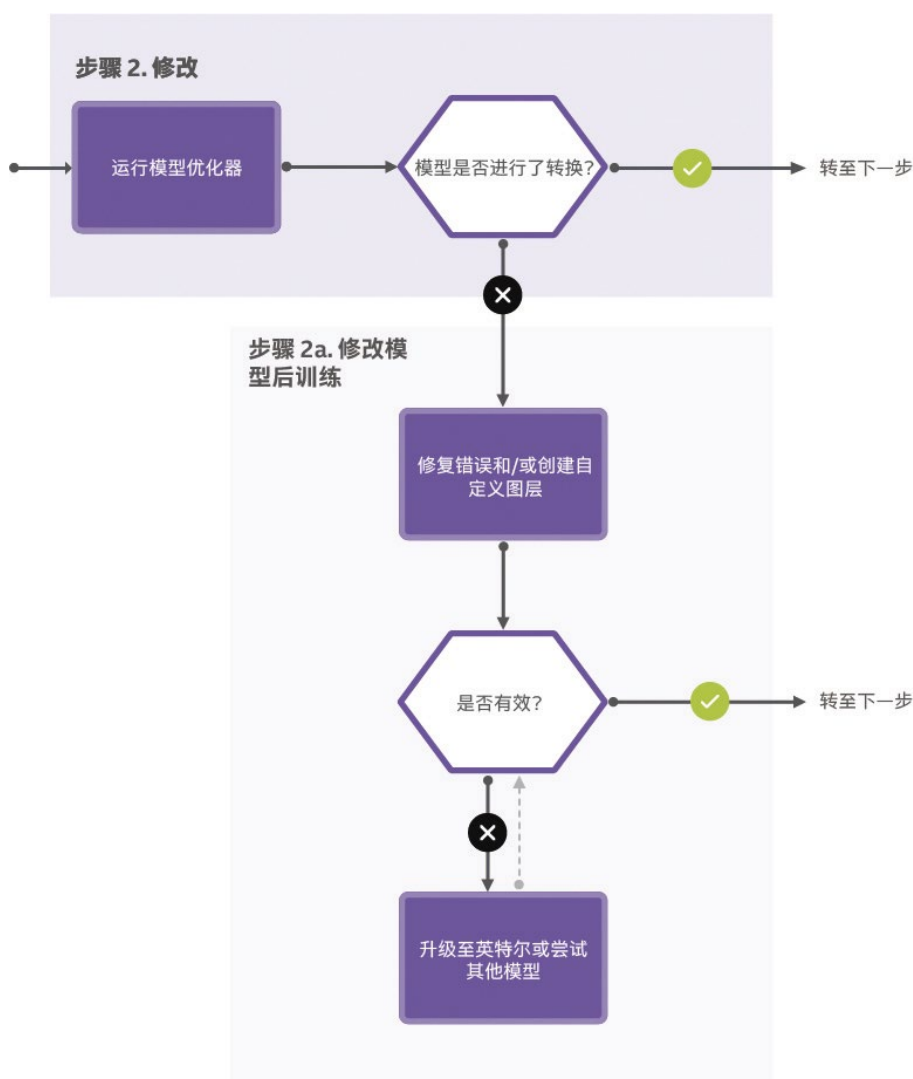
您可以使用您选择的框架来准备和训练深度学习模型，或者从 Open Model Zoo 下载预训练模型。Open Model Zoo 包含针对各种视觉问题的深度学习解决方案，包括在一定程度的复杂度下的对象识别、人脸识别、姿态估计、文本检测和动作识别。这些预训练模型中的某些模型还用于代码样本和应用程序演示。要从 Open Model Zoo 下载模型，需要使用模型下载器工具。

OpenVINO™ 工具套件的一个核心组件是模型优化器，它是一个跨平台命令行工具，可将经过训练的神经网络从源框架转换为与 nGraph 兼容的开源中间表示（IR），用于推理运算。模型优化器导入在 Caffe、TensorFlow、MXNet、Kaldi 和 ONNX 等常用框架中经过训练的模型，并执行几项优化，以尽可能删除过多的层和群运算，以更简单、更快速地形成图表。

如果您的神经网络模型包含不属于受支持框架已知层列表的层，则可以使用自定义层调整转换和优化流程。

在源拓扑结构或输出表示上运行准确度检查器实用程序，以评估推理的准确度。准确度检查器也是 Deep Learning Workbench 的一部分，Deep Learning Workbench 是基于 Web 的集成式性能分析 studio。

使用训练后优化工具，通过将其量化为 INT8 来加速深度学习模型的推理。



图：模型优化器工作流程

适用于模型优化的有用文档:

- 模型优化器开发人员指南
- 中间表示和 opset
- 自定义层指南
- 准确度检查器实用程序
- 训练后优化工具
- 深度学习工作台
- 模型下载器实用程序
- 英特尔的预训练模型 (Open Model Zoo)
- 公开预训练模型 (Open Model Zoo)

3.2.2 封装和部署

OpenVINO™ 工具套件为以下设备输出经过优化的推理运行时:

- 英特尔® CPU
- 英特尔® 核芯显卡

推理引擎的插件架构可以扩展, 以满足其他专属需求。部署管理器是一个 Python 命令行工具, 可将调优模型、IR 文件、您的应用程序和所需的依赖项组装到适用于您的目标设备的运行时包中。它输出适用于Linux和Windows 上的CPU, GPU的安装包。

- 推理引擎集成工作流程
- 推理引擎 API 参考
- 推理引擎插件开发人员指南
- 部署管理器指南

3.2.3 OpenVINO™ 工具套件组件

OpenVINO™ 工具套件包含以下组件：

- **深度学习模型优化器：**一种跨平台的命令行工具，用于导入模型并为推理引擎的优化执行准备模型。模型优化器会导入、转换、优化模型，这些模型在流行的框架中训练，比如 Caffe、TensorFlow、MXNet、Kaldi 和 ONNX。
- **深度学习推理引擎：**一个统一的 API，可在多种硬件类型（包括英特尔® CPU、英特尔® 集成显卡、英特尔® 神经电脑棒 2、搭载英特尔® Movidius™ Myriad™ X VPU 的英特尔® Vision Accelerator Design）上进行高性能推理。
- **推理引擎样本：**一套简单的控制台应用程序，展示了如何在您的应用程序中使用推理引擎。
- **深度学习工作台：**基于网页的图形环境，让您可以轻松使用各种复杂的 OpenVINO™ 工具套件组件。
- **训练后优化工具：**一种对模型进行校准，然后以 INT8 精度执行的工具。
- **其他工具：**一组用于配合您的模型的工具，包括基准测试应用程序、交叉检查工具、编译工具。
- **Open Model Zoo**
 - 演示：提供强大应用程序模板，帮助您实施特定的深度学习场景的一款控制台应用程序。
 - 其他工具：一组用于处理模型的工具，包括精度检查实用程序和模型下载器。
 - 适用于预训练模型的文档：适用于预训练模型的文档，可以在 Open Model Zoo 存储库中找到。
- **深度学习流媒体播放器 (DL Streamer)：**基于 GStreamer，用于构建媒体分析组件图的流媒体分析框架。DL Streamer 可以通过 OpenVINO™ 工具套件安装程序安装。其开源版本可在 GitHub 上找到。DL Streamer 文档请参阅：
 - DL Streamer 样本
 - API 参考
 - Elements 教程
- **OpenCV：**为英特尔® 硬件编译的 OpenCV 社区版本
- **Intel® Media SDK**（仅位于面向 Linux 的 OpenVINO™ 工具套件中）



3.3 英特尔® 工业边缘洞见平台 (Intel® Edge Insights for Industrial - EII)

3.3.1 边缘洞见平台 (EII) 简介

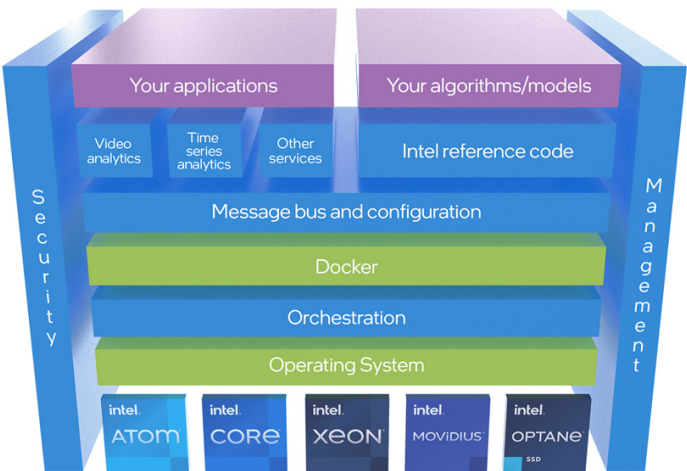
英特尔® 工业边缘洞见平台 (Intel® Edge Insights for Industrial, EII) 是英特尔自主研发的一款用在边缘计算领域的边缘计算软件，经过基础操作系统验证的预集成软件栈。在边缘端提取、分析和存储视频数据和时序数据，内置 AI 功能，容器化部署，在边缘端赋能人工智能，提高运营和生产效率，从而助力数字化转型。

此软件是基于容器化技术、微服务架构，面向英特尔® 硬件进行优化的一系列预集成组件。支持对时序和视频数据的提取、分析与存储，并且能向设备发送下游命令，进而实现闭环控制。它支持客户开发自己的分析算法和数据提取插件。

EII 将数据分析功能带到边缘，实现近乎实时的运行并增强数据隐私保护。它经过简单配置即可发布到制造执行系统 (MES) 或车间生产管理 (WIP) 等管理应用以及所选的云，以便建立北向连接。PLC (可编程逻辑控制器)、摄像头、传感器和执行器等各类物联网设备通常为南向连接目的地。

3.3.2 特性与优势

英特尔提供经验证的模块化软件堆栈，使合作伙伴，包括原始设计制造商 (ODM)、原始设备制造商 (OEM)、系统集成商 (SI)、云服务提供商和通信服务提供商 (CSP) 等，能够凭借差异化产品更快地进入市场。通过在边缘安全地提取、存储和处理数据，制造商可以加快信息分析。同时，仅需将必要的数



图：处理流程

借助英特尔® EII 的独有特性来提高您的竞争优势：

- **模块化：**根据具体的定制需求选择所需的微服务
- **人工智能：**通过英特尔®或第三方开发的算法进行数据分析
- **拓展云功能：**连接到任何云服务提供商，利用互补的云-边缘解决方案
- **互操作：**集成独立的多供应商组件，并轻松地在微服务上构建/扩展
- **安全性：**使用平台集成的英特尔® 硬件安全功能，并支持可信平台模块（TPM）
- **可扩展性：**英特尔® 凌动®、酷睿™、至强® 处理器具有可扩展性能，满足您的独特需求
- **可管理性：**固件、操作系统和应用 OTA（空中下载技术）更新

3.3.3 应用范例

随着人工智能在通往工业 4.0 的道路上不断加快工业自动化，此软件可在边缘赋能人工智能，提供更快、更私密的数据洞察。

- **缺陷检测：**提高车间的产品质量
- **预测性分析：**预测并减少停机时间
- **制造生产力优化：**优化工厂运营以提高产量

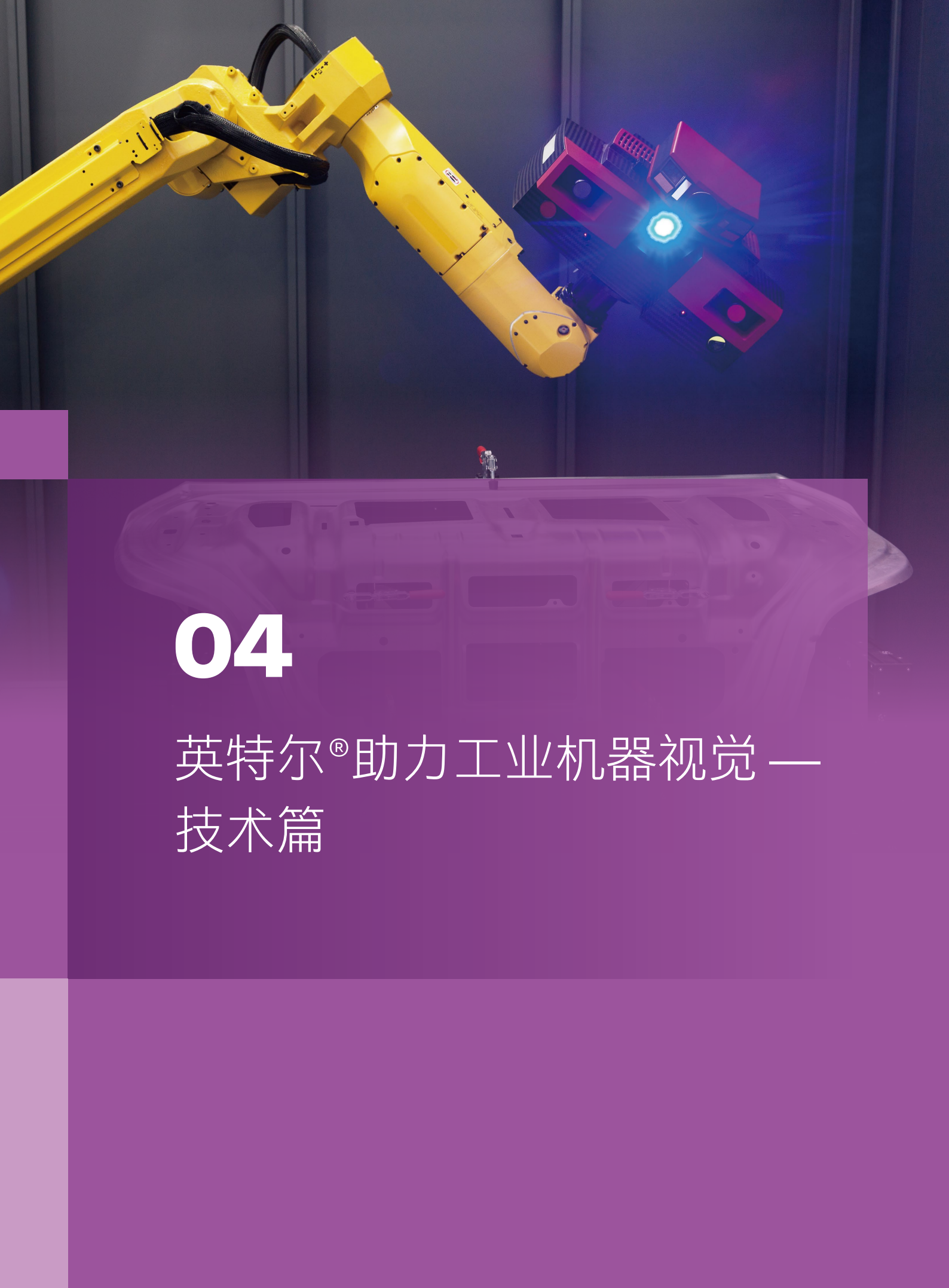
3.3.4 解决方案组成部分与特性

- 配备 TPM2 的英特尔® 处理器家族
- 多通道视频提取和基于 GStreamer 的数据分析
- 结合 OpenVINO™ 工具套件，实现高性能推理
- 支持视频分析加速器：CPU、iGPU、英特尔® 神经计算棒二代、英特尔® Movidius™ Myriad™ X VPU（HDDL）
- 使用可视化工具提取时序数据
- 容器化且可配置的开源微服务架构
- 英特尔的训练学习套件——深度学习工具包
- Telit、Thingsboard 和 Azure IoT Central 支持的 OTA 设备可管理性
- 英特尔开发的和第三方开发的人工智能算法

英特尔一直都将与开源社区共同开发智能边缘软件解决方案视为关注重点之一。在 2021 年的 EdgeX 中国挑战赛中，英特尔将边缘洞见平台与 EdgeX 结合起来，可实现端到端的解决方案，显著提升了方案的完整性。英特尔为合作伙伴提供基于 EdgeX + EII 的参考实践，以及有助于缩短产品上市时间的其他开源服务。英特尔的客户可以敏捷地扩展其南端传感器的连接能力，轻松从南端传感器访问所有数据，并且可以对这些数据进行处理、集成和分析，同时加速解决方案在具体场景中的落地。

欲了解更多详情，请登录：

<https://www.intel.cn/content/www/cn/zh/internet-of-things/industrial-iot/edge-insights-industrial.html>



04

英特尔®助力工业机器视觉 — 技术篇

4.1 使用英特尔® oneAPI 工具包 优化英特尔工业视觉

4.1.1 英特尔® oneAPI 工具包

以下部分将简要介绍优化概念和库，并提供使用英特尔® oneAPI 执行优化的示例。

英特尔® 编译器和英特尔® 高级矢量扩展指令集

英特尔® oneAPI DPC++/C++ 编译器可通过优化，加快应用在英特尔® 64 和 IA-32 (仅限 Windows 和 Linux) 架构上的运行速度，支持最新的 C、C++ 和 DPC++ 语言标准 (包括 C++17)。编译器生成经过优化的代码，可在英特尔® 至强® 和其他兼容处理器中利用更多内核数量和矢量寄存器宽度，从而显著加快运行速度。利用英特尔® oneAPI DPC++/C++ 编译器编译您的机器视觉应用将奠定坚实的优化基础。

高数据并行性工作负载 (例如图像处理算法) 推动了多线程并行性和单指令多数据 (SIMD) 的开发。现代英特尔 CPU 为后者提供了强大的矢量指令集，单个矢量指令可以统一在不同数据通道上执行的多个指令。

目前，大多数英特尔处理器具有 SIMD 流指令扩展 (英特尔® SSE、SSE2、SSE3、SSE4.1、SSE4.2) 和支持矢量计算的 SIMD 流指令扩展补充版 (英特尔® SSSE3)。部分英特尔® 酷睿™ 和至强® 处理器支持 AVX512。

以下示例用于计算两个矢量之间的距离，公式如下所示：

矢量距离计算：

$$1.0 - \frac{A*B}{\sqrt{A^2*B^2}}$$

我们使用采用 AVX-512 的英特尔内部指令执行以下矢量处理：

```
__m512i w_512_inFeature;
__m512i w_512_dbFeature, w_512_mul, w_512_sum;
int outPut;

__m512i * pInFeatureBuffer = (__m512i *) inputA;
__m512i * pFeatureDataBase = (__m512i *) inputB;
w_512_sum = _mm512_xor_si512(w_512_sum, w_512_sum);
for (int i = 0; i < 8; i++)
{
    w_512_inFeature = _mm512_load_si512(pInFeatureBuffer + i);
    w_512_dbFeature = _mm512_load_si512(pFeatureDataBase + i);
    w_512_mul = _mm512_madd_epi16(w_512_inFeature, w_512_dbFeature);
    w_512_sum = _mm512_add_epi32(w_512_sum, w_512_mul);
}
outPut = _mm512_reduce_add_epi32(w_512_sum);
return outPut;
```

英特尔® IPP 是一个强大的库，包含大量针对各种英特尔架构高度优化的现成的特定领域功能。

4.1.2 性能优化示例

使用英特尔® SSE2、英特尔® AVX2 和英特尔® AVX-512 指令集对这些软件组件进行高度优化。

以下示例使用自定义变换系数，将一张 RGB 图像转换为灰度图像。该函数通常用于在机器视觉应用中执行图像预处理。

原始代码如下所示：

```
for (int i = 0; i < row; i++)
{
    for (int j = 0; j < col; j++)
    {
        p = src.ptr<Point3_uchar>>(i, j);
        val = (p->x + (p->y) * 2 + p->z) / 4;
        gray[i][j] = val;
    }
}
```

使用 `ippiColorToGray` 函数执行优化。

语法

```
IppStatus ippiColorToGray_<mod>(const Ipp<datatype>* pSrc, int srcStep, Ipp<datatype>*
pDst, int dstStep, IppiSize roiSize, const Ipp32f coeffs[3]);
```

```
Ipp32f coeffs[3] = { 0.25, 0.5, 0.25 };
Ipp8u* ipprGBPtr = (Ipp8u*)&src.data[0];
IppiSize roi;
roi.width = src.size().width;
roi.height = src.size().height;
int32_t total_size = roi.width * roi.height;
int32_t ipprgbStep = src.size().width;
int32_t ippgGrayStep = 0;
Ipp8u* ippgGrayPtr = ippiMalloc_8u_C1(roi.height, roi.width, &ippiGrayStep);
ippiColorToGray_8u_C3C1R(ipprGBPtr, ipprgbStep, ippgGrayPtr, ippgGrayStep, roi, coeffs);
```

有关此操作的其他示例，例如线性变换、过滤和图像数据计算，

请参见《英特尔® IPP 开发人员参考》卷 2：图像处理。

4.1.3 英特尔® oneAPI 数学核心函数库

英特尔优化的数值计算数学库是基于英特尔的系统中速度最快、应用最广泛的数学库。该库可加速数学处理例程，提高应用性能并缩短开发时间。

以下示例是一个强度直方图计算，它也是机器视觉应用中常用的图像预处理方法。该直方图显示大多数像素值聚集在相对较小的区域，而强度值仅被几个像素使用。

```
for (Y = 0; Y < 256; Y++)
{
    int val = 0;
    for (X = 0; X < 256; X++)
    {
        val += abs(Y - X) * H[X];
    }
    D[Y] = val;
}
```

使用 `cblas_gemm_*` 函数计算标量矩阵矩阵乘积，并将结果添加至标量矩阵乘积中。将矢量添加至输出矩阵的每一行或列，以获得最终结果。

```
static int16_t B[65536]; // static matrix declared before calculation for parameters
for (int j = 0; j < 256; j++)
{
    for (int i = j; i < 256; i++)
    {
        B[j * 256 + i] = i - j;
        B[i * 256 + j] = i - j;
    }
}

int m = 1, n = 256, k = 256;
float alpha = 1.0, beta = 0.0;
CBLAS_OFFSET offsetc = CblasFixOffset;
const MKL_INT8 ao = 0;
const MKL_INT8 bo = 0;
MKL_INT32 co = 0;
int32_t D[256];
cblas_gemm_s16s16s32(CblasRowMajor, CblasNoTrans, CblasNoTrans, offsetc, m, n, k, alpha, H, k,
ao, B, n, bo, beta, D, n, &co);
```

这几种数学运算得到了各种接口的全面支持。

请参见《英特尔® oneAPI 数学核心函数库入门》。

4.1.4 使用 OpenMP 进行对称多处理 (SMP) 编程

目前,大多数 CPU 都有多个内核。这表明在软件设计过程中,我们不仅要考虑应用的多线程利用率,还应考虑传统 CV 内核的多线程利用率。

例如:

计算从 1 到 30 亿的 $1^2+2^2+\dots+(3000000000)^2$ 平方和。下列示例中的代码将生成一个单线程程序。在我们的台式机处理器实验中,执行代码大约耗时 1288 毫秒。

```
for (long long j = 0; j < 3000000000; j++)
{
    result += j*j;
}
```

若要将代码更改为 OpenMP 版本,我们可以将 threadNumber 值设置为 3。在实验中,执行以下代码只需要大约 443 毫秒,速度比单线程版本要快得多。

```
int threadNumber = 3;
long long result = 0;
#pragma omp parallel for num_threads(threadNumber) reduction(+ : result)
for (long long j = 0; j < 3000000000; j++)
{
    result += j*j;
}
```

如果想要将一个线程绑定特定的 CPU 内核,我们还可以使用以下代码执行线程关联,以减少系统的上下文切换成本:

```
{
    ThreadStatus* stat = (ThreadStatus*)p;
    long coreIdx = stat->phyCoreIdx;
    HANDLE hThread = GetCurrentThread();
    CHK(0 == SetThreadAffinityMask(hThread, 1 << coreIdx), NULL);

    long long result = 0;
    long long start = stat->nFloor;
    long long end = stat->nTop;

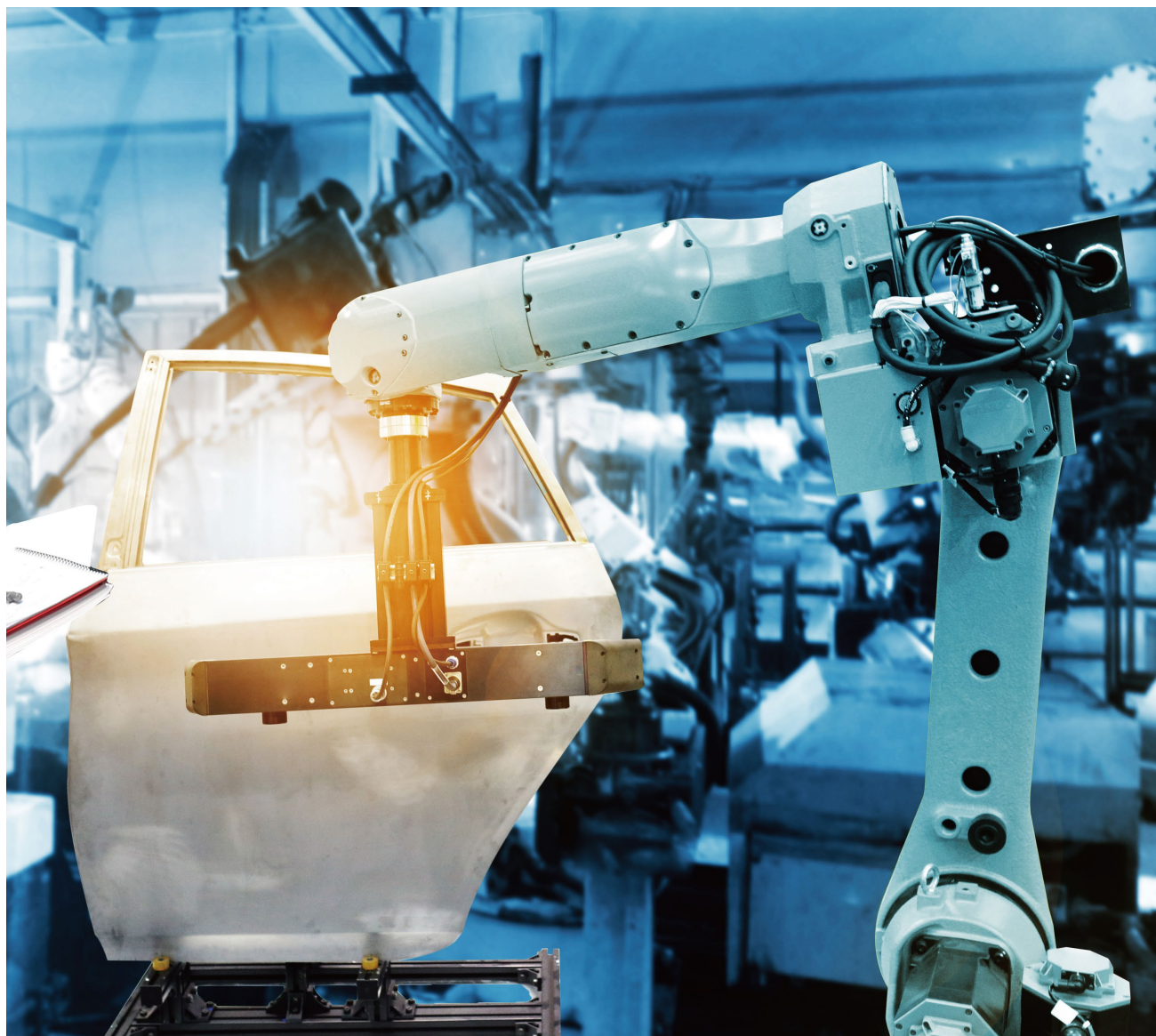
    for (long long i = start; i < end; ++i)
    {
        // stat->res += i*2;
        result += i * 2;
    }
    stat->res = result;
    return 0;
}
```

4.1.5 结论

分析结果表明，英特尔® oneAPI 为传统 CV 算法和应用提供了实用的优化解决方案。英特尔在 CV 应用方面进行了大量投资，能够高效满足合作伙伴在真实应用中的机器视觉要求。

如欲了解更多信息，请访问以下链接：

<https://ccechina.intel.cn/lcoSolute?firstId=837c1f20-fbba-11ea-aa02-4f0e78807202>



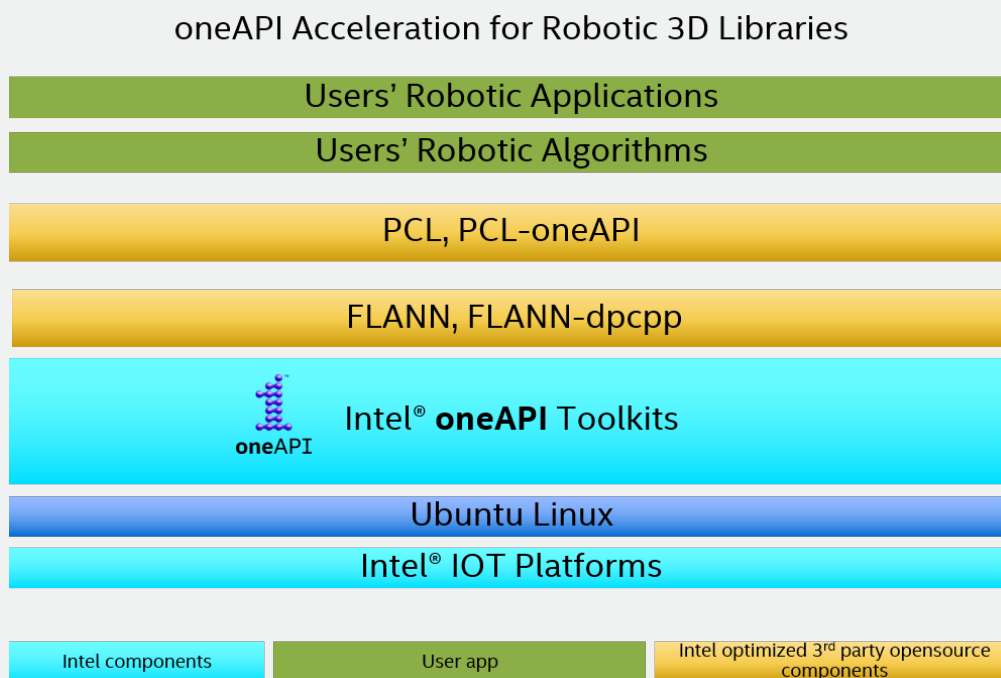
4.2 3D 视觉加速 — 3D 配准用例

4.2.1 3D 视觉简介

作为 2D 视觉的有效补充，3D 视觉可满足 2D 视觉以往很难达到的工业现场应用需求。业界认为从 2D 到 3D 的转型将引发第 4 次视觉技术革命，前 3 次分别是黑白到彩色、从低分辨率到高分辨率以及从静态图像到动态图像的过渡。当前的主流 3D 视觉技术主要包括双目成像、3D 结构光、TOF 和激光三角法。

3D 视觉在工业中的应用通常是与机器人共同组成解决方案，主要应用方向是机器人视觉导引和检测：视觉导引指的是通过 3D 视觉定位与识别工件，然后指导机器人抓住工件，用于排序与堆放、装货与卸货以及焊接等。视觉检测指的是在工作站安装摄像头、激光扫描仪等，以便对工件执行轮廓检测、表面缺陷检测与三维重建。

4.2.2 面向 3D 配准的英特尔® 软件堆栈

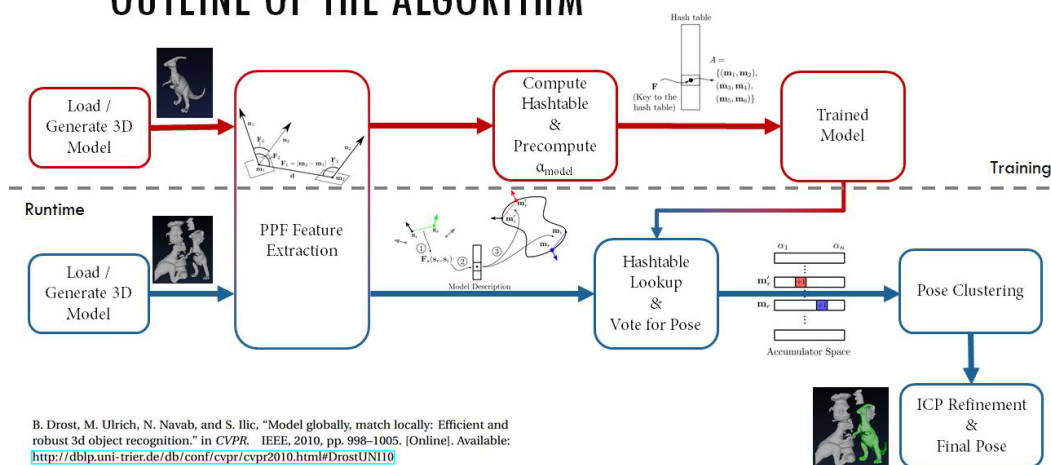


图：面向 3D 配准的英特尔® 软件堆栈架构

4.2.3 3D 配准算法概述

对于 3D 配准实现，本文采用了 PCL 中的 PPF 进行概略配准，使用 ICP 进行精密配准。

OUTLINE OF THE ALGORITHM



图：3D 配准算法架构

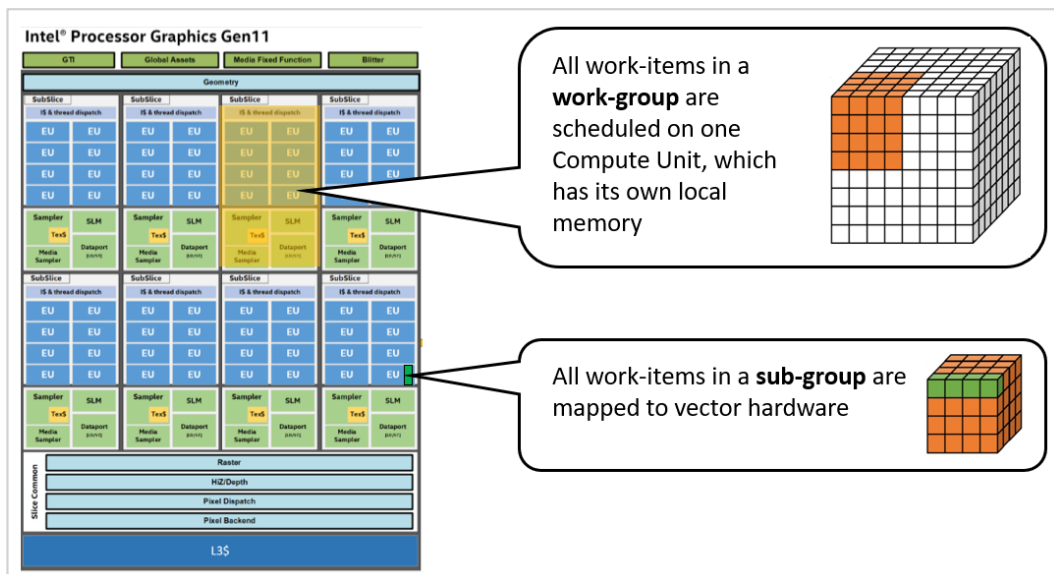
4.2.4 从硬件优化 3D 配准

Tiger Lake 基于第 11 代智能英特尔® 酷睿™ 处理器，支持英特尔® 锐炬® X 显卡，具有多达 96 个并行处理单元。英特尔在该平台上添加了多个极具吸引力的独特特性，以满足工业物联网市场的需求。

这些独特特性（包括实时、功能安全、eTemp、工业使用条件、带内 ECC 和深度学习加速）以及重大突破（一流的内核、显卡、IO 性能和软件支持）将帮助工业客户在工业

应用领域（即实时控制器、工业 PC 和耐用型边缘服务器、智能网关、视觉盒子 and 多功能工业设备）设计与部署新一代系统和解决方案，从而推进工业 4.0 变革。

第 11 代智能英特尔® 酷睿™ 平台的集成显卡包含多达 96 个计算单元。每个计算单元均包含用于并行执行工作项的处理元



图：3D 配准组优化示意图

4.2.5 PCL 优化

英特尔编译器

在 Linux 环境中，默认的编译器是 GCC。英特尔编译器包括英特尔® C++ Compiler Classic 和英特尔® oneAPI DPC++/C++ 编译器，这些英特尔 C、C++、SYCL 和数据并行 C++ (DPC++) 编译器面向基于英特尔处理器的系统，支持 Microsoft Windows、Linux 和 macOS 操作系统。

- 英特尔® C++ Compiler Classic 面向通用英特尔® x86-64 架构 CPU。
- 英特尔® oneAPI DPC++/C++ 编译器生成针对英特尔通用 x86-64 CPU 和 GPU 以及 Arria® 10 GX FPGA 的代码。

使用 OpenMP 进行并行编程

如 VTune™ 报告所示，PCL 中的原始点云配准实现采用单线程编程，无法充分利用 CPU 资源。只有一颗 CPU 正在运行，其他 CPU 处于闲置状态。并行化将更充分地利用 CPU 资源，进一步提升性能。

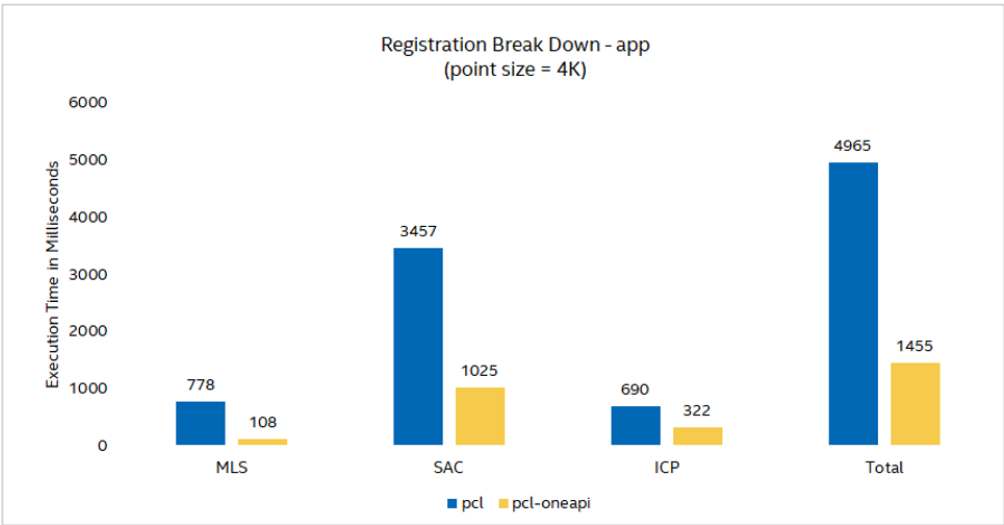
OpenMP 是一种多线程实施，采用并行化方法，主线程创建特定数量的子线程，系统将任务分配给这些子线程。然后并行运行线程，运行时环境将线程分配给不同的处理器。

4.2.6 3D 配准

在英特尔® 酷睿™ 平台上对 3D 配准流水线性能进行测试，配置如下所示。

Library	Version
FLANN	1.9.1
FLANN-DPCPP	Rapid prototype v0.1

对于 3D 配准，处理流程包含主模块：移动最小二乘法 (MLS)、抽样一致 (SAC) 和迭代最近点 (ICP)。我们可以从下图和表的优化结果中看出，MLS 性能提升了 7 倍，SAC 性能提升了 3 倍，ICP 性能提升了两倍，整体性能提升了大约 3 倍。



图：PCL 与 PCL-oneAPI 比较

*根据不同系统配置，实际结果可能会有变化。

Registration Workloads (4K)	PCL (ms)	PCL-oneAPI (ms)	Perf gain
MLS	778	108	7.203704
SAC	3457	1025	3.372683
ICP	690	322	2.142857
Total	4965	1455	3.412371

表：PLC 与 PCL 比较

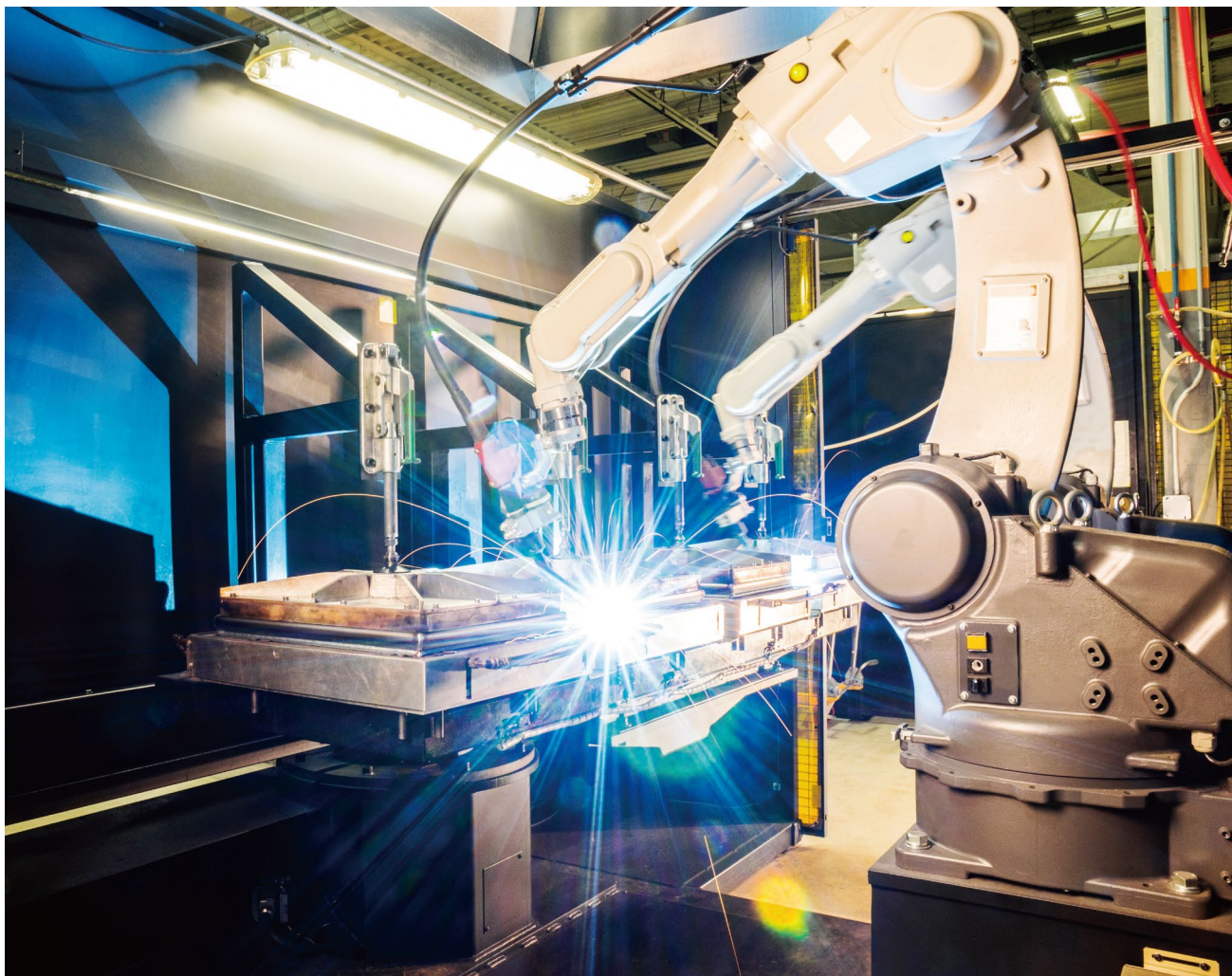
(测试基于英特尔® 酷睿™ i7-1165G7 处理器)

4.2.7 结论

性能优化结果表明，英特尔提供了从硬件到软件工具套件的一整套优化解决方案。我们相信，本白皮书所描述的优化技术可帮助不熟悉加速方法和工具套件的用户轻松入门。

如欲获取更多信息，请访问以下链接：

<https://ccechina.intel.cn/lcoSolute?firstId=837c1f20-fbba-11ea-aa02-4f0e78807202>



4.3 基于 OpenVINO™ 工具套件的视觉引导和抓取

4.3.1 概述

本方案在软件部分引入最前沿的智能抓取算法，为工业机器人提供三维视觉定位和引导服务，并且利用 OpenVINO™ 工具套件在英特尔平台上进行推理计算优化。本方案具有以下特点：

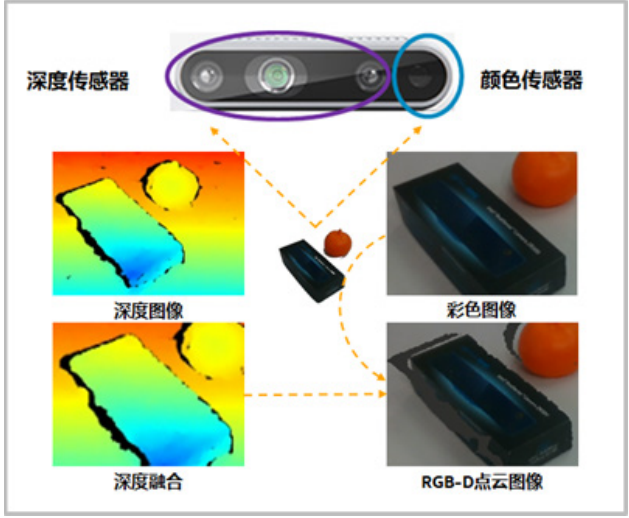
- 利用三维视觉输入进行定位
- 提供“智能视觉+抓取”整体的软件参考实现
- 引入最前沿的智能抓取算法，并提供统一的编程接口
- 利用 OpenVINO™ 工具套件实现在英特尔平台上的计算优化，使得推理时间缩短 6~15 倍，CPU 负载减少 25%~73%
- 提供公共接口支持，方便集成客户现有方案

4.3.2 三维视觉输入

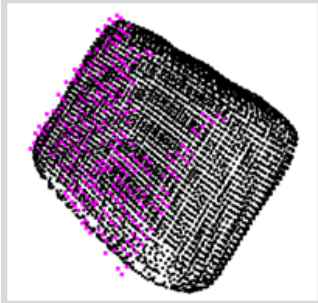
本方案采用深度传感器的三维数据作为输入。来自深度传感器的深度信息与来自颜色传感器的彩色信息经过配准融合，可以形成 RGB-D 三维点云信息。

使用经过配准融合的三维点云输入，第一个优点是，在二维图片做物体识别和分割的结果，可以直接应用在三维点云图片，从而找到物体的位置信息。该方案采用英特尔® RealSense™ 深度相机的算法完成三维数据融合，与一些通用算法相比，配准的实验结果更好。

第二个优点是，可以利用深度信息与三维物体模型进行配准，这是抓取训练的数据标注过程的一个重要步骤，用来进一步判断手指和物体是否能够形成力闭合。



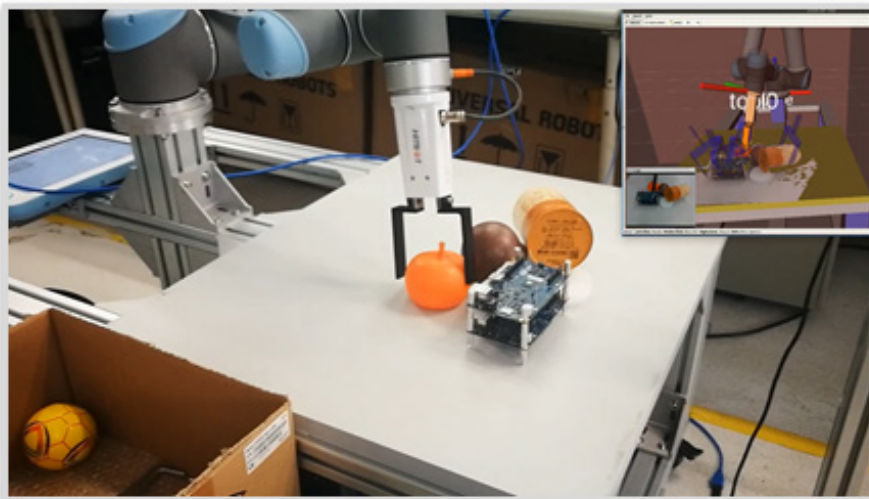
图：深度信息与彩色信息配准融合



图：深度信息与三维物体模型配准

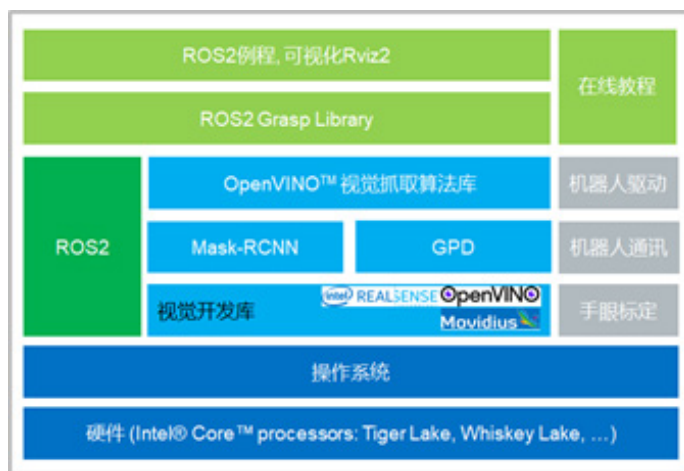
4.3.3 智能视觉抓取软件参考实现

本方案在传统的抓取任务中引入视觉定位和引导。与传统的抓取相比，引入机器视觉技术可以实现灵活的柔性抓取。对要抓取的物体，无需事先设置固定的位置。还可以根据视觉认知的结果，实现识别抓取。例如，在产线上抓取被识别出来有缺陷的产品；在仓库里抓取被识别出来订单中所指定的商品。



图：视觉引导抓取

把视觉定位引入到传统的抓取系统，是一件复杂的事情，它涉及到智能算法、三维数据处理、手眼标定、抓取系统等模块的整合，需要专业的知识和昂贵的开发成本。本方案为视觉系统与抓取系统的整合提供了软件参考实现，帮助客户缩短开发时间。



图：智能视觉抓取软件参考实现

4.4 飞拍方案

英特尔提供的方案主要关注于：

1. 确定性的时间段去完成拍照与下一步运动控制的决策。这直接决定了生产的节拍。
2. 弹性的调整空间，一般的方式都是基于控制的反馈来决定合适的拍照时间点（受限于整个控制周期）。
3. 第 11 代英特尔® 酷睿™ 平台的 TGPIO（Time aware GPIO）是不受由软件或系统干扰的硬件触发信号，可以为系统方案提供更弹性的调整空间。

方案搭建环境：

硬件包含：

1. 电机及驱动器或者转盘（3000 转/分钟）
2. IO 控制器
3. 光源方案（根据实际情况甄选）
4. 基于 TGL-i5 的工控机（至少双网口）
5. 工业相机以及镜头

软件包含：

1. Edge Insights for Industrial 边缘洞见平台负责图像采集以及处理。
2. Edge Control for Industrial 边缘控制平台负责电机的控制以及图像获取的触发信号的控制。

性能参考数据：

500 万工业相机的实测数据呈现抖动误差约为 4~6 个像素，取决于相机的分辨率。



图：飞拍方案应用场景

A yellow industrial robotic arm is shown in a close-up, angled view. It has several blue cables attached to its upper section. The arm is positioned against a background of glass panels. A semi-transparent red rectangular overlay covers the lower half of the image, serving as a background for the text.

05

英特尔®助力工业机器视觉 —
实战篇

5.1 维视智造：电池片EL/PL检测视觉解决方案

5.1.1 背景与挑战

电池片EL/PL检测是根据硅材料的电致发光/光致发光原理，对隐裂、黑斑、短路、亮斑、断栅、虚焊、过焊、混档进行缺陷检测，是检查电池片质量的重要评估工具。这种检测方法可以在近红外光谱范围下进行，类似的检测方式和检测内容在硅片、组件端同样存在

高精度要求：需要具敏度的成像设备和精确的算法。

高模型算法能力要求：电池片生产过程中会产生大量的图像数据，需要进行实时的处理和分析。这对计算能力和存储能力提出了很高的要求，同时还需要有效的数据处理算法和模型。

实时性要求：电池片生产过程通常是连续进行的，且生产节拍较快，对于机器视觉系统来说，需要具备较高的实时性能和低宕机率，能够快速地对图像进行处理和分析，及时反馈结果并进行控制。

5.1.2 解决方案

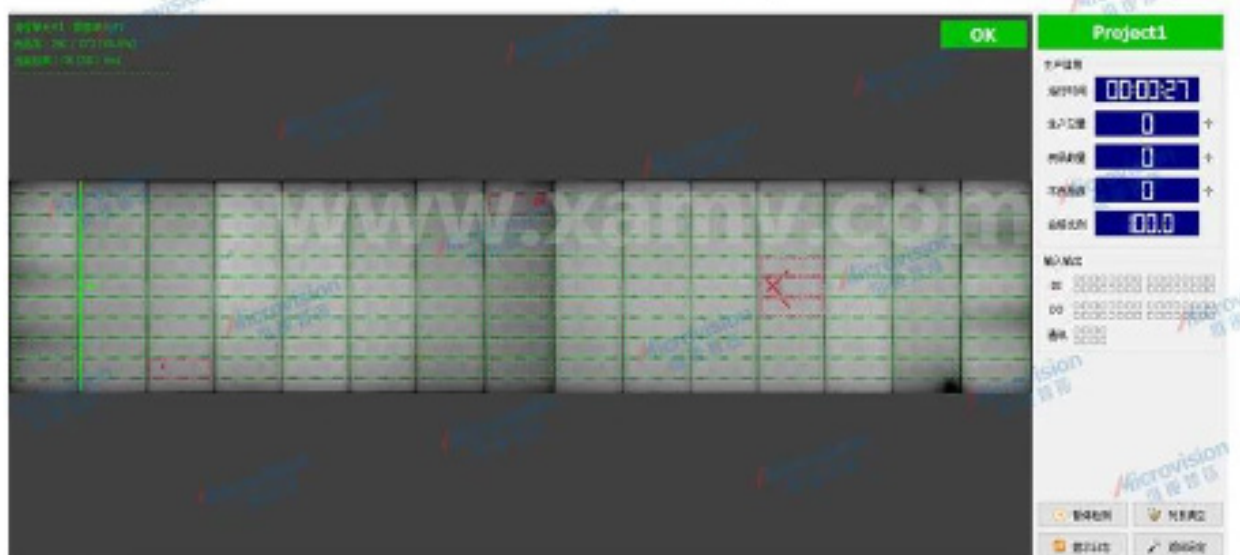
相机：850~1250nm波段量子效率更高的短波红外面阵相机或近红外线扫相机进行成像

软件：基于深度学习的图像处理软件结合传统的图像拼接+预处理技术

英特尔软硬结合平台方案：第12代英特尔®酷睿™桌面处理器；英特尔®深度学习加速技术（英特尔® DL Boost）实现基于硬件的AI加速，同时利用英特尔® OpenVINO™工具套件优化推理。

5.1.3 方案优势

- 第12代英特尔®酷睿™桌面处理器支持PCIe 5.0且具有PCIe 4.0通道，可添加高速扩展卡或固态硬盘以及与CPU直连的更大的数据，创新的高性能混合架构可提升单线程和多线程性能并实现 AI加速，以灵活部署物联网。支持DDR5-4800和DDR4-3200内存，使应用更快、更同步，特定CPU/PCH组合为嵌入式使用条件，提供了充分的运行时间和优秀的性能。
- 针对电池片生产段关联设备多，生产数据较多，生产节拍较快的问题，英特尔®时序协调运算（英特尔® TCC）和时间敏感网络（TSN），可在连接多台边缘设备时，尤其是在依赖时间敏感型数据传输，在合理的CPU/PCH组合配置下，可帮助一线机器视觉开发人员实现更加高效的实时数据调用。



5.2 晶圆表面和覆膜缺陷检测

5.2.1 背景与挑战

晶圆预处理流程的任务是把晶圆加工成晶粒，供下游生产工序使用。近年来，芯片的集成度越来越高，特别是以Intel Foveros为代表的3D封装技术，对晶粒的厚度提出了极致的要求。所以，晶圆背面研磨工序至关重要。哪怕数十微米的极细微划痕，都有可能导导致后期整颗芯片的失效。如果不能立即发现这些缺陷，并把设备停下来检修，流水线将不断产生大量的问题件，这不仅会带给客户潜在的质量风险，还会造成巨大的良率损失。

5.2.2 解决方案

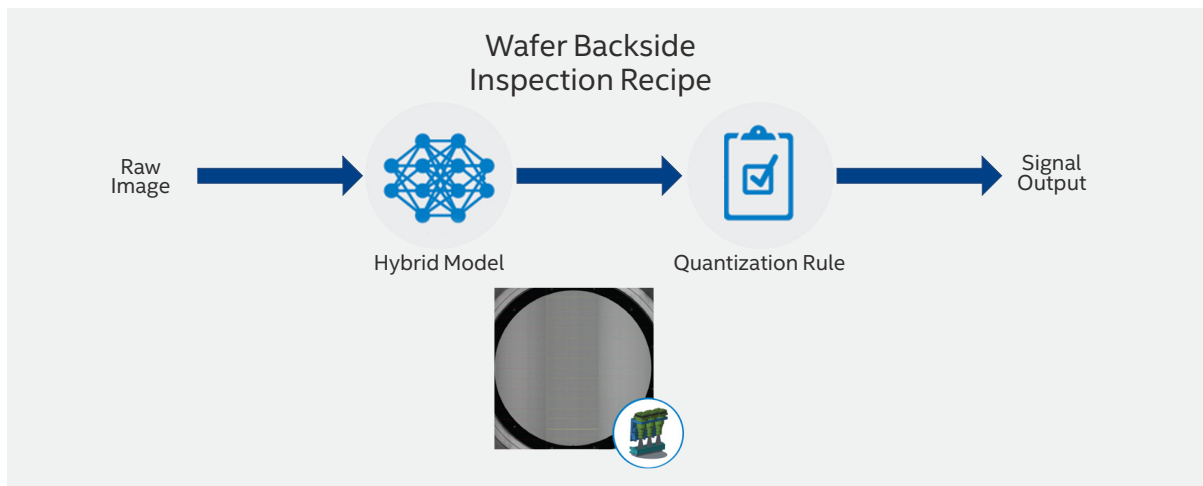
利用英特尔®第12代酷睿™处理器和Arc系列加速卡进行多种AI推理，结合合作伙伴在工业视觉领域领先的无监督缺陷检测技术、异构部署及加速技术，实现高效地对晶圆表面瑕疵，划痕，脏污进行检测，减少在后道工序中的成本损失。

3个16K线扫工业相机来实时的采集图像，视觉处理器硬件平台: intel i7-12700 (Mem:32G,SSD:512G) 搭载OpenVino™ 软件工具在ARC A770上对于分割模型推理加速。整体流程在90秒内完成。如果检测出缺陷，设备会报警，在真实产线上会把信息同步到晶圆打磨机器以停止工作减少更大的损失。

5.2.3 方案优势

在没有改变设备现状的前提下，实现后装实时的，在线的视觉检测系统，并且很好的整合进现在的研磨流程中。

目前已经实现在90秒内完成一片12英寸晶圆片的检测，精度达到10微米。



5.3 锂电池检测- 模切分切场景

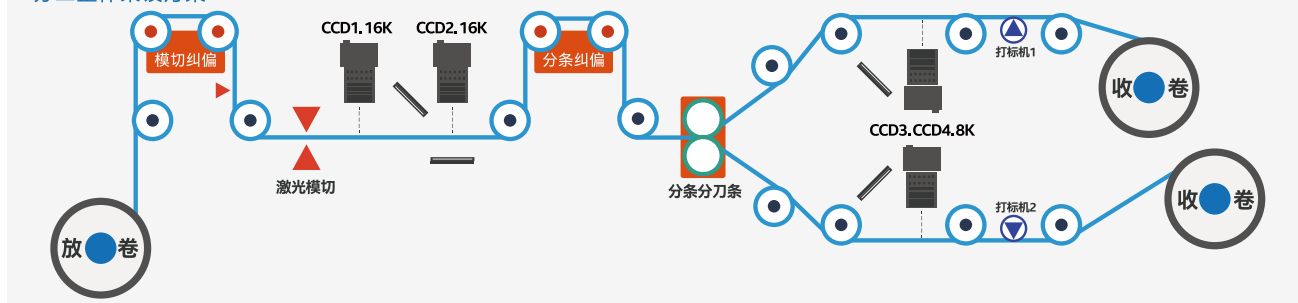
5.3.1 背景与挑战

新能源汽车安全性要求不断提升，对锂电池要求愈发提高，电池企业对于电池缺陷检测的传统方法是人工测量和判断，容易受检测人员主观意愿、情绪、视觉疲劳等人为因素的影响，使检测结果出现偏差疏漏。因此在锂电池生产制造的过程中，机器视觉检测重要性凸显、机器视觉通过光学装置和非接触式传感器能够实现人眼可及和不可及的功能，广泛应用于识别、测量、定位、检测等场景，相较于人眼在精确性、可靠性、敏捷性等维度具备明显优势。

5.3.2 场景

电芯前段工艺模切分切缺陷检测，工艺流程如图

一分二整体架设方案



5.3.3 解决方案

相机: 16x1200w

视觉控制器: Intel® i7 12700E

英特尔® OpenVINO™工具套件

Intel® Integrated Performance Primitives (Intel® IPP) 库

5.3.4 方案优势

英特尔® 第 12 代酷睿™ 处理器混合模式，将原本运行在独立显卡上的负载：图像处理，推理，图片存储压缩，显示和渲染都迁移至 CPU 和 Intel®集成的 GPU 平台。在性能核运行锂电池方案中图像预处理、处理分析，显示和渲染等高运算高负荷子任务，而在能效核运行低运算力的子任务，譬如图片的读写，数据搬运等 IO 读写任务，并且尽量使用 DMA 进行 IO 传输以减少 CPU 的占用，并且保证实时性。对于图片 JPG 编码子任务，则使用 12 代处理器中集成的 GPU 来进行硬件解码以提高效率，降低 CPU 占用率。降低客户硬件成本，让客户的产品达到最优的效率。

- CPU 资源占用率小于 60%
- 多流程工艺系统性能瞬时波动控制在 15%
- 以内不同尺寸图片存图耗时提升 200 倍

A close-up photograph of a white industrial robotic arm with black joints and cables, positioned over a blue-tinted mechanical assembly. The background is dark with a blurred circular light source.

06

英特尔工业电脑优选项目



6.1 英特尔工业电脑优选项目简介

中国工业客户的“鱼”和“熊掌”：按需定制和便利优先

中国工业互联网市场快速发展，以数字化、网络化和智能化赋能升级传统制造向智能制造转型。工业计算机作为一种专门为工业使用而设计的计算机，在工业4.0、智能制造浪潮中扮演着关键角色。

为了实现工业场景中的各类应用，工业计算机在硬件方面有许多相较商用计算机更为严苛的需求，例如：坚固耐用的设计、宽工温设计、灵活可扩展的接口、防尘 / 防水 / 防浸没能力、高抗电磁干扰能力以及工业级元件。

ODM 厂商的诉求

- **硬件：**I/O接口更改导致的设计变更
- **软件：**下游应用千变万化，做好平台优化
- **供应链：**容易收到零碎订单，长交货周期
- **竞争优势：**成本驱动的研发设计，尽量做爆款



OEM 厂商的诉求

- **硬件：**希望自定义I/O接口实现自由拓展
- **软件：**针对不同应用，应该有不同的优化
- **供应链：**小批量高研发分摊成本，长验证周期
- **竞争优势：**应用驱动的研发设计，选型适配应用

除此之外，处在产业链上游的工业计算机制造者等硬件产品提供商还面临着以下问题：如何平衡对不同的总线协议、物理接口以及软件格式的兼容程度，与系统集成商和工厂用户的用户体验之间的矛盾。更多地兼容各个不同协议、接口和格式能够显著提升下游用户的体验，但同时会显著增加产品设计和相应的技术支持的复杂程度。统一标准的缺乏对产品提供商而言是一把双刃剑，在提高已有客户切换壁垒同时，也显著增加了产品提供商对多个标准的研发和支持成本。智能制造使得工业计算机少量多样定制的情况更为常见，如何在客制化产品以满足客户特定要求的同时，尽可能规模化生产以降低成本，是当前工业计算机业者无法避免的挑战。



英特尔® 工业电脑优选项目是英特尔针对中国工业用户的本地开发习惯，利用英特尔在工业级芯片、工业边缘节点参考架构、工业边缘软件平台的多年积累，挑选适合不同应用的工业电脑产品进行测试及优选的项目。该项目针对不同工业应用和需求，分别设立差异化调优等级，具体为：

典型工业应用

- 工业控制
- 机器视觉

差异化调优等级

- 优选级 Premium
- 甄选级 Premium Select

工业级芯片及模块化设计*

项目入选机型配置均符合：

- 新款主流 Intel X86平台
- I/O 端口已适配不同工业应用

针对工业级工况提高可靠性要求

项目入选机型配置均提供：

- 基于标准（如IEC等）的可靠性测试报告
- 权威第三方机构（如CE、FCC等）出具系统安规证书

不同工业应用差异化调优

项目入选机型配置均完成：

- 该机型已针对不同工业应用进行差异化调优
- 调优结果均通过了英特尔® ECI 或 EII 或 OneAPI 内置工具验证

工业电脑优选项目测试函



英特尔® 工业电脑优选项目测试函由英特尔签发（中英文双语证书），提供给通过测试机型的生产厂家，载明的信息包括：

机型信息

- 生产厂家以及Logo
- 型号以及机器外观图片
- 送测配置，包括：
 - 硬件配置
 - 软件环境及工具

测试信息

- 适用工业应用
- 通过标准及等级
- 证书有效期

项目入选机型条件及差异化调优：

工业级芯片及模块化设计

根据优选级与甄选级的级别差异，机型需要满足不同硬件规格的要求与认证。最新的规格需求请联络英特尔项目负责人洽询。（英特尔建议ODM厂商采用模块化设计，便于IO端口的快速定制和CPU平台的跨代升级。）

平台：散热解决方案/芯片/内存/存储……等等。

输入/输出端口：显示/以太网/USB/M.2/扩展/COM/隔离DI或DO

针对工业级工况提高可靠性要求

基于标准（如IEC等）的可靠性测试报告与RoHS

MTBF (mean-time before failure)	30000hrs@25°C
Temperature	Operating: 0-40°C, Non-operating: -20-60°C
Humidity	Operating: 40°C@95%, non-condensing
Vibration	IEC 60068-2-64: 1Grms, random, 5~500Hz, 1 hr/axis
Shock	IEC 60068-2-27, 10G, half sine wave, 11 ms duration
RoHS	DoC

权威第三方（如CE, FCC等）出具系统安规证书

EMC (electromagnetic compatibility)	CE or FCC or 3C Class A
Other Regulatory	IEC 62368-1 or CB

不同工业应用差异化调优

针对工业控制与机器视觉，工业优选项目设置了细分应用的调优功能与性能指标，涵盖系统要求、测试工具、调优参数等建议。最新的性能指标请联络英特尔项目负责人洽询。

6.2 工业电脑优选产品推荐 – 机器视觉篇

06

英特尔助力工业机器视觉——实战篇

东擎科技

ASRock
—Industrial—

康士达

CSTIPC
康士达科技

控汇智能

iP 控汇智能
Embedded Intelligent Platform

卓信创驰

FUTUREROBOT
卓信创驰®

诺达佳

nopka 诺达佳

派勤

PIESIA 派勤电子

苏州源控

SPES TECH
苏州源控

*排序依照公司英文首字母排序

ASRock Industrial Computer Corporation, 专注于主板、边缘计算器和相关解决方案, 为制造、企业和零售领域提供高质量B2B解决方案 **ASRI愿景是共同打造智能世界, 专注于CARES (Commerce/Automation/Robot/Entertainment/Security)** ASRock Industrial拥有庞大的研发团队, 占总员工的53%, 具备资源和专业知 识, 致力于开发尖端可靠的产品, 既有现成的选择, 也提供针对OEM/ODM特定需求的定制解决方案我们的客户遍布全球, 以满足各种业务需求。

工业电脑甄选



iEP-9010E

iEP-9010E Edge AIoT平台, 由第12代Intel® Core™处理器提供支持, 提供四个DDR4内存插槽 (最多128GB) 和M.2存储。拥有超出工业I/O灵活性的标准。配备了四个COM (RS232/422/485) 端口, 两个COM (RS232) 端口, 和八个DI/DO端口, 满足了高级等级的要求, 非常适用于机器视觉应用。通过成功的Intel® EII资格, 确保快速的计算速度, 提高图像质量、特征识别、目标检测和计算能力, 提高了工厂自动化的效率和智能化。

特性:

- 使用英特尔®第12代 Core™处理器和R680E芯片组
- 支持4条260-pin DDR4 SO-DIMM内存, 最高可达128GB (每条DIMM最高32GB)
- 拥有1个M.2 Key M插槽, 1个M.2 Key B插槽, 1个M.2 Key E插槽, 以及2个Mini PCIe插槽
- 提供6个USB 3.2 Gen2x1接口, 6个COM接口, 4个SATA3接口
- 具有8个DI和8个DO接口
- 具有5个Intel 2.5G LAN接口, 其中2个支持PoE, 1个支持vPro
- 支持多种显示输出选项, 包括1个Displayport、1个HDMI 2.0b和1个VGA

工业电脑优选



iEPF-9010S-EY4

iEPF-9010S-EY4坚固的边缘AIoT平台, 搭载第12代Intel® Core™处理器, 支持DDR4内存(最高达128GB), 以及M.2存储。提供多样的I/O端口, 还有两个PCIe Gen4x4插槽、一个PCIe Gen4x8插槽, 或一个PCIe Gen4x16插槽。满足多种选择的需求。其工作温度范围为-40°C至75°C, 具有可靠的震动和冲击耐受性。

特性:

- 使用英特尔®第12代 Gen Core™处理器和R680E芯片组
- 支持4条260-pin DDR4 SO-DIMM内存, 最高可扩展至128GB (每条DIMM最高32GB)
- 具备1个PCIe x16 (PCIe Gen4) 插槽, 或者2个PCIe x8 (PCIe Gen4) 插槽, 以及2个PCIe x4 (PCIe Gen4) 插槽
- 配备1个M.2 Key M插槽, 1个M.2 Key B插槽, 1个M.2 Key E插槽, 以及2个Mini PCIe插槽
- 具有6个USB 3.2 Gen2x1接口
- 提供5个Intel 2.5G LAN接口, 其中2个支持PoE, 1个支持vPro
- 具有8个DI和8个DO接口
- 支持多种显示输出选项, 包括1个DisplayPort、1个HDMI 2.0b和1个VGA
- 提供强大的边缘人工智能 (AI) 加速, 支持高度灵活的机械、散热和电源设计, 机壳尺寸最大为275mm x 124mm x 60mm (长x高x深), 并支持高达255W的显示适配器

深圳市康士达科技有限公司成立于2009年,一直致力于工控电脑板卡、整机、智能系统的设计开发。是一家集研发、设计、生产、销售、定制化服务为一体的国家高新技术企业、专精特新企业。康士达立足于自主创新、自主研发,所有的产品拥有完全的自主知识产权。产品广泛应用于工业控制、机器视觉、机器人、边缘计算、自动驾驶等行业。

工业电脑甄选



iEP-9010E

本产品是一款应用于工业自动化,机器视觉等行业的无风扇控制器,基于英特尔®第11代酷睿™U系列高性能处理器 Tiger Lake UP3。支持4路POE供电输出,方便工业相机接线;9~36V宽电压输入设备能更稳定的工作。

特性:

- 基于英特尔® Tiger Lake UP3高性能处理器平台
- 支持4路英特尔®千兆网口POE网口,支持802.3AF标准
- 支持2.5KV隔离的8路DI数字输入,8路DO数字输出
- 支持9~36V宽压输入,设备能更稳定的运行

工业电脑优选



iEPF-9010S-EY4

iEPF-9010S-EY4坚固的边缘AIoT平台,搭载英特尔®第12代酷睿™处理器,支持DDR4内存(最高达128GB),以及M.2存储。提供多样的I/O端口,还有两个PCIe Gen4x4插槽、一个PCIe Gen4x8插槽,或一个PCIe Gen4x16插槽。满足多种选择的需求。其工作温度范围为-40°C至75°C,具有可靠的震动和冲击耐受性。

特性:

- 基于英特尔® Alder Lake -S高性能处理器平台
- 集成6路英特尔®千兆网口,其中支持4路POE网口,支持802.3AF标准
- 支持2.5KV隔离的8路DI数字输入,8路DO数字输出
- 支持4路24v光源输出,每路光源支持外触发
- 支持2路2槽位的显卡或者AI加速卡扩展

深圳市控汇智能股份有限公司(EIP)，是一家物联网硬件平台提供商以及为智能制造行业提供产品和解决方案厂商，集研发、生产、销售于一体的国家高新技术企业。主要产品涵盖:智能工控机、工业主板、机器视觉系统、嵌入式运动控制器、数据采集模块及IO控制卡等。和领先的半导体公司英特尔有良好的合作，及时推出适用于物联网和智能制造行业的产品及解决方案。研发主要基于嵌入式技术，FPGA，单片机及运动和视觉算法，对工业控制领域有长期的积累及独特的理解。

工业电脑优选

CBX-29BI



CBX-29BI是一款新型的无风扇工控机，搭载英特尔® Tiger Lake平台处理器，支持DDR4 3200 Mhz，最大支持32GB，整机小巧，支持嵌入式、壁挂式和桌面式三种安装方式，可满足客户多种需求，可广泛应用于终端、机器视觉、工业自动化、数据采集等工业控制领域。

特性:

- 采用英特尔® Tiger Lake i7-1165G7处理器
- 支持DDR4 3200 Mhz，最大支持32GB
- 支持1*HDMI
- 支持2* 英特尔® I211/i210 LAN，支持自适应和WOL功能，4*USB3.0，2*USB2.0
- 支持4*串口，COM1/COM2支持RS-232/422/485模式切换
- 支持1*M.2(NVMe)2280 接口、支持 NVMe 协议 M.2 硬盘
- 支持1*M.2(NGFF)2230 接口、支持 PCIe X1+USB2.0 WIFI/Bluetooth® 模块
- 无风扇散热设计

深圳市卓信创驰技术有限公司位于深圳市南山云谷创新产业园，是一家聚焦智能制造、人工智能领域的高科技创新企业。公司集研发、生产、系统整合及销售服务于一体，以精湛的研发实力为核心，以市场需求为导向，为全球企业及个人用户提供嵌入式产品。产品主要应用于工业自动化、机器人、机器视觉、医疗、智能交通、金融、教育、物联网（IoT）等领域。

工业电脑优选

E612系列嵌入式工业计算机



E612系列通过英特尔®工业电脑优选项目机器视觉优选级测试，是一款针对机器视觉打造的工业计算机，适用于缺陷检测、视觉定位等多种机器视觉领域应用。搭载英特尔®第11代Tiger Lake-UP3平台处理器，支持DI/DO, Encode, LED, Trigger 和RS-232/485等IO接口灵活定制，采用坚固紧凑的结构设计，安装简便，支持7×24全天候运行，适应各种严苛的工业环境。

特性：

- 第11代 英特尔® Tiger Lake-UP3 酷睿™处理器(i7-1185G7E/i5-1145G7E/i3-1115G4E/i7-1185GRE/i5-1145GRE/i3-1115GRE/i7-1165G7/i5-1135G7/i3-1115G4/6305E等)，性能强劲，随时保持快速响应
- 双通道DDR4 3200 MT/s SO-DIMM 插槽，最大可选64 GB
- 双独立显示：1×DP, 1×HDMI
- 丰富I/O：4×英特尔® i210-AT, 2×英特尔® i226-V GbE LAN (4个支持PoE), 1×RS-232/422/485, 2×RS-232, 3×RS-232/485, 4×USB 3.0
- 可扩展性强：4PCIeX1, 4TTL, 3USB2.0, 1SATA3.0, 可扩展多种协议接口，支持Wi-Fi, 4G, 5G无线通讯模组
- 24V DC电源输入
- 支持在线UPS, TPM2.0
- 支持Windows 10 64bit, Windows 11, Ubuntu 20.04, Ubuntu 22.04 debian 11

诺达佳 (NODKA) 创立于2001年，致力于工业PC和HMI系统平台的研发创新，为自动化、测量、通讯等领域的客户提供全面的产品解决方案，产品线涵盖X86/ARM主板及核心模块、嵌入式计算机、工业平板电脑、工业显示器、工业操作面板、Automation PC、EtherCAT从站IO、网络安全硬件平台等，配套有高低温、湿度、振动、跌落、EMC、ESD、EFT、雷击浪涌等完善的DQA测试实验室，保障工业产品设计的可靠性；建立系统整机组装、SMT/DIP、精密钣金、CNC加工、烤漆和阳极氧化表面处理等全流程的智能制造中心，工厂制程与管控皆符合ISO9001、ISO14001认证规范，满足为客户提供高质量的少量多样化和大批量生产制造，兼具OEM/ODM客制化服务能力。产品广泛应用于工业自动化、交通、电力、石化、钢铁、新能源、环保、医疗及商业自助终端等行业。

工业电脑优选

NP-6135-H1B-10500



NP-6135-H1B为NP-6135系列中的面向机器视觉行业应用的一款功能型工控机，外观精巧，内芯强悍，可以搭载英特尔®酷睿™10/11代i3/i5/i7系列高性能桌面级CPU，书本式安装，占用空间小，牢固的铝鳍结构，内嵌风扇辅助散热保证了其在苛刻的环境下工作的稳定性。集成 PoE 千兆网卡、高速隔离DI/DO于一体，所有接口位于前面，更加方便接线和维护，广泛应用于机器视觉检测、缺陷检测、图像识别以及物料分拣等领域。

特性:

- 支持英特尔®酷睿™10/11代i3/i5/i7系列高性能桌面级CPU，Max.TDP:65W
- 2 x Intel千兆网口
- 4 x USB3.0接口，板载内置1个USB2.0口可安装硬件加密狗
- 2 x RS232/485，RS485支持自动流控
- 4 x Intel 千兆PoE网口，每通道最大功率15W
- 16 x 隔离DI, 16 x 隔离DO
- 1 x miniPCIe扩展槽，可扩展Wifi，3G/4G模块
- DC12~24V宽压输入，具有过流、过压以及防反接保护
- 可选配壁挂式安装或DIN-Rail导轨式安装
- 全封闭铝型材外壳

派勤电子作为一家工业控制和嵌入式产品的方案提供商，自成立之初，就一直为民族行业专用计算机产业化发展竭力付出，不仅提供先进的技术解决方案、质量过硬的产品、完善的用户服务，还努力打造“中国最可信赖的行业专用计算机产品”。

目前我司产品广泛应用于工业自动化、通讯设备、电力设备、网络安全、智能交通、视频监控、医疗保健、自助终端、存储设备、数字标牌、车载电脑、3C应用等诸多领域。我们还将深入了解各行各业客户的独特需求，持续为客户提供高效、可靠、完整的解决方案，从而创建竞争优势。

工业电脑优选

Q-BOX-K1



Q-BOX-K1采用第12代英特尔®酷睿™ Alder Lake-P/-U/-H系列处理器，高达14核/20线程，TDP为28W，具备实时分析和实时控制能力，同时支持高性能CPU和GPU计算能力，支持多个I/O和灵活的扩展能力，9-36V的宽电源输入和-20-60°的工作温度，极大支持了设备在恶劣环境下稳定应用。该设计带来卓越处理器性能，并兼顾能效，工业控制、轨道交通、智能交通、工业自动化等领域众多应用。

特性：

- 采用12代英特尔®酷睿™ Alder Lake-P/-U/-H系列处理器
- 英特尔® Iris® Xe Graphics eligible核心显卡，
- 4个COM，3个LAN，6个USB，1个HDMI，1个VGA，4路GPIO，
- 支持EtherCAT等TSN网络通讯，TCC实时协调运算，可满足实时控制需求
- 铝型材加钣金无风扇设计；

苏州源控电子科技有限公司（简称“苏州源控”）隶属于全球知名的智能交互解决方案提供商——视源股份CVTE（股票代码002841），专注于工业计算机和商用计算机硬件产品的研发、生产和销售服务，产品形态涵盖工业计算机主板、商用计算机主板、整机、工业平板电脑、可插拔式电脑（OPS）等。

江南胜地，人才辈出。苏州源控坚持以人为本，聚合行业优质人才，把人才培养作为企业发展的核心要义，产品技术领先性为核心竞争力，双轮并驱，可持续发展。源控目前产品已覆盖智慧物流、能源与环境、嵌入式控制、智能设备制造、智能工厂、智慧城市等场景，未来将以“成为行业计算机解决方案领导者”为愿景，秉承“因我们的存在，让生产更高效，生活更便捷”的企业使命，积极打造良性生态协同体系，携手广大合作伙伴共创共赢。

工业电脑优选

CIS-P15G-LW01



CIS-RTLU-LW01是一款无风扇高性能边缘计算设备，产品搭载英特尔®第11代TigerLake UP3平台，高算力性能强势助推设备运转。12~24V的宽压输入，兼容各类工业制造用电环境。根据机器视觉应用特性，配置4个高稳定性英特尔®千兆网口，同时具备各类串口、GPIO、CAN 2.0B，具有4K HDMI，DP++ 双显示等功能，实时反馈检测结果，助力高效生产。

安装使用方面，支持桌面以及壁挂安装，可满足不同领域的应用需求，源控特有OS Recovery 功能可帮助降低售后运维费用，降低因断电等情况造成的系统重启影响。

特性：

- 无风扇高效散热鳍片，搭载高性能英特尔®第11代10nm制程 CPU平台。
- 具备12~24V 宽压输入。
- 4个Intel 千兆网口。
- 同时具备最多8个串口，6个USB，8-bit可编程 GPIO，VGA+HDMI 双路显示等功能。
- CPU温度侦测报警灯及时反馈产品运行状况。
- -20~60°C的环境温度下稳定运行。



扫码访问英特尔智能制造专区，精彩内容一站浏览！

请登录：<https://ccechina.intel.cn/Industrialhome>

如果您对本手册的内容感兴趣或想进一步与我们交流，欢迎发邮件至：
indu-customer-support@intel.com



英特尔致力于尊重人权，坚决不参与谋划践踏人权的行。参见英特尔的《全球人权原则》。英特尔的产品和软件仅限用于不会导致或有助于违反国际公认人权的应用。

实际性能受使用情况、配置和其他因素的差异影响。更多信息请见 www.Intel.com/PerformanceIndex

性能测试结果基于配置信息中显示的日期进行测试，且可能并未反映所有公开可用的安全更新。详情请参阅配置信息披露。没有任何产品或组件是绝对安全的。

具体成本和结果可能不同。

英特尔技术可能需要启用硬件、软件或激活服务。

英特尔未做出任何明示和默示的保证，包括但不限于，关于适销性、适合特定目的及不侵权的默示保证，以及在履约过程、交易过程或贸易惯例中引起的任何保证。

英特尔并不控制或审计第三方数据。请您审查该内容，咨询其他来源，并确认提及数据是否准确。

© 英特尔公司版权所有。英特尔、英特尔标识以及其他英特尔商标是英特尔公司或其子公司在美国和/或其他国家的商标。