

解决方案简介

第二代英特尔® 至强® 可扩展处理器
英特尔® 傲腾® 固态硬盘
OpenNESS
英特尔® 工业边缘洞见平台 (EII)
OpenVINO™ 工具套件
边缘计算



英特尔助力中国电信打造云边协同MEC平台，赋能行业用户智能化转型



“作为 5G 技术面向垂直领域的延伸，边缘计算能帮助用户在更多、更复杂的场景中便捷地部署智能应用，为生产效率、产品质量带来质的提升。英特尔的一系列先进产品与技术，不仅为中国电信 MEC 平台提供了坚实的计算与存储能力，也为异构网络环境下的边缘能力管理提供了软件支持；不仅如此，OpenVINO™ 工具套件所提供的基于英特尔® 架构处理器的 AI 推理加速，也让 MEC 平台能够高效为用户提供更具性价比的 AI 能力输出。”

阮建辉

中国电信 MEC 开发总监

中国电信集团行业应用高级专家

中国电信

随着 5G 商用，边缘计算技术也加速了一系列基于人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 的创新方案在垂直领域的部署与应用。作为 5G 行业的技术引领者，中国电信依托在云网能力上的深厚积淀，推进 MEC 平台的建设，以边缘侧的高效计算处理能力帮助更多行业用户变革传统网络模式，高效构建智能应用。

在这一过程中，中国电信携手英特尔，将先进的软硬件产品与技术融入 MEC 平台，通过第二代英特尔® 至强® 可扩展处理器、英特尔® 傲腾™ 固态硬盘等产品为平台提供强大计算与存储能力；采用 OpenNESS，提升平台统一、灵活的边缘应用管理能力；借助英特尔® 工业边缘洞见平台 (Edge Insights for Industrial, EII)，为 MEC 应用层提供大数据采集和 AI 分析的微服务；更值得一提的是，OpenVINO™ 工具套件的加入有效提升了平台中 AI 应用的模型推理速度，进一步强化了 MEC 平台的整体竞争力。

目前，中国电信 MEC 平台已在智能制造、云视频直播等一系列 To B、To C 领域场景中广泛部署，并取得了良好的应用效果。

引入英特尔先进产品与技术，中国电信 MEC 平台获得的解决方案优势：

- **强劲有力的计算与存储性能：**第二代英特尔® 至强® 可扩展处理器、英特尔® 傲腾™ 固态硬盘等产品的引入，为 MEC 平台带来强劲的计算与存储能力。英特尔® 傲腾™ 固态硬盘与传统固态硬盘产品相结合，为平台构建了高性能分布式存储系统，相较传统 HDD 硬盘、固态硬盘，使写带宽提升 1 倍¹，读带宽提升 25%²，而成本仅增加 15%³；
- **统一的边缘能力管理平台：**源于英特尔的开源工具套件 OpenNESS 为 MEC 平台提供了统一的应用开发和托管环境，实现了更灵活的边缘应用管理能力，可让平台用户更便捷地将应用迁移部署至边缘；
- **为智能应用提供 AI 推理加速：**英特尔® 工业边缘洞见平台 (EII) 为在 MEC 平台部署大数据采集和分析提供了便利；OpenVINO™ 工具套件则能在一些 AI 模型场景中提供高达 7 倍⁴的推理加速，有效提升工作效能，增加平台竞争力。

智能应用发展亟需高效云边协同

大数据、云计算、AI 等新一代信息技术的高速发展, 在为新兴互联网行业提供强劲驱动之外, 也在引领传统行业实施数字化、智能化转型, 并催生出智能制造、智慧金融等一系列全新智能产业生态。但与此同时, 一些智能应用在实际生产环境中落地后也遇到了各种各样的问题。

以常见的智能客服为例, 来回穿梭于银行大厅、购物商场中的客服机器人, 虽给人们带来满满科技感, 但在回答客户问题或进行业务导航时往往只能熟练地回答预设问题, 而当客户吐字不清或问题比较生僻时, 时常答非所问或迟迟没有反馈。

究其原因, 是因为智能应用的本质是算力、算法和数据的聚合。一方面, 大多数基于“云-端”架构搭建的智能系统, 核心算力都部署在云端数据中心, 而数据基本都在终端侧生成。当网络带宽或质量受限时, 数据和智能策略就难以实现实时同步; 另一方面, 传统行业在网络调度、算法模型等方面缺乏足够的技术储备, 无法将智能应用与业务环境进行有效融合。

5G 商用时代的到来, 正为以上问题的解决带来契机。作为 5G 技术的重要组成部分, MEC 能在贴近应用的边缘侧构建高效的计算处理能力, 帮助用户将既有“云-端”架构升级为“云-边-端”架构, 从而有效打破传统网络模式的瓶颈。而作为 5G 应用的推动者, 近年来中国电信在 MEC 领域持续深耕, 凭借自身丰富的云网资源和云边协同能力, 大力推进 MEC 平台建设, 帮助更多垂直领域用户变革传统网络模式, 高效构建智能应用。

在这一进程中, 作为中国电信的长期深度合作伙伴, 英特尔响应日益增多的智能业务场景需求, 以第二代英特尔® 至强® 可扩展处理器、英特尔® 傲腾™ 固态硬盘、OpenNESS、英特尔® 工业边缘洞见平台 (EII)、OpenVINO™ 工具套件等一系列先进的产品, 为 MEC 平台提供坚实的计算、存储能力和统一的软件环境, 并为其上的 AI 应用提供推理加速。

聚合多种优势的中国电信 MEC 平台

中国电信致力于以领先的网络和云服务能力, 为各行业用户提供高效、安全和可信赖的 ICT 基础能力输出。如图一所示, 在 MEC 平台中, 中国电信依托自身优势为用户提供以下几项关键服务:

- **连接:** 覆盖全国的固网/移动网络、5000 多个边缘机房和 10 万余个综合接入机房, 让中国电信有能力构建不同层级的边缘节点, 推动业务能力下沉, 满足差异化的业务性能需求;
- **计算:** 通过引入英特尔等提供的先进软硬件产品与技术, 并有效融合 5G 网络能力与“天翼云”带来的云服务优势, 中国电信边缘节点能为不同垂直领域的用户带去贴近应用场景的高性能计算能力;
- **安全/运维:** 从空口、传输、接入控制到平台, 再到应用和数据, 中国电信以全方位安全机制为用户提供端到端数据安全防护, 以及全面和可视化的运维能力;
- **能力/应用:** 通过能力开放平台, 中国电信在一系列垂直领域为用户提供丰富的云网能力集, 例如语音识别、人脸识别、AR/VR 等, 供各类业务场景按需集成调用。



图一 中国电信 MEC 平台为用户提供的关键服务

基于以上能力, 中国电信已经为智慧园区、智能制造、车联网等众多智能业务场景提供了高水准的 MEC 平台服务。以平台在智慧园区中的典型应用为例, 如图二所示, 架构中智能巡检、人脸识别等 AI 应用的模型训练、数据存储部署在中心 DC (数据中心) 的天翼云, 而承载模型推理、策略下发的客户应用则部署于边缘 DC 的 MEC 平台。园区中的智能摄像头、巡检机器人等终端设备则通过基站与 MEC 平台进行 5G 通信交互, 实施数据采集和策略执行。

通过边缘侧计算能力的部署, MEC 平台能有效缩短数据处理与操作执行之间的传输距离, 提升业务实时性, 使智能终端的工作执行更为敏捷灵活。来自英特尔® 架构硬件产品的出色性能, 让每个 MEC 节点有能力同时处理来自园区内成百上千个智能终端的数据接入, 并基于不同类型深度神经网络模型的推理, 让这些终端提供各种复杂的 AI 能力。

通过与既有的云网能力结合, 中国电信 MEC 平台赋予用户以下优势:

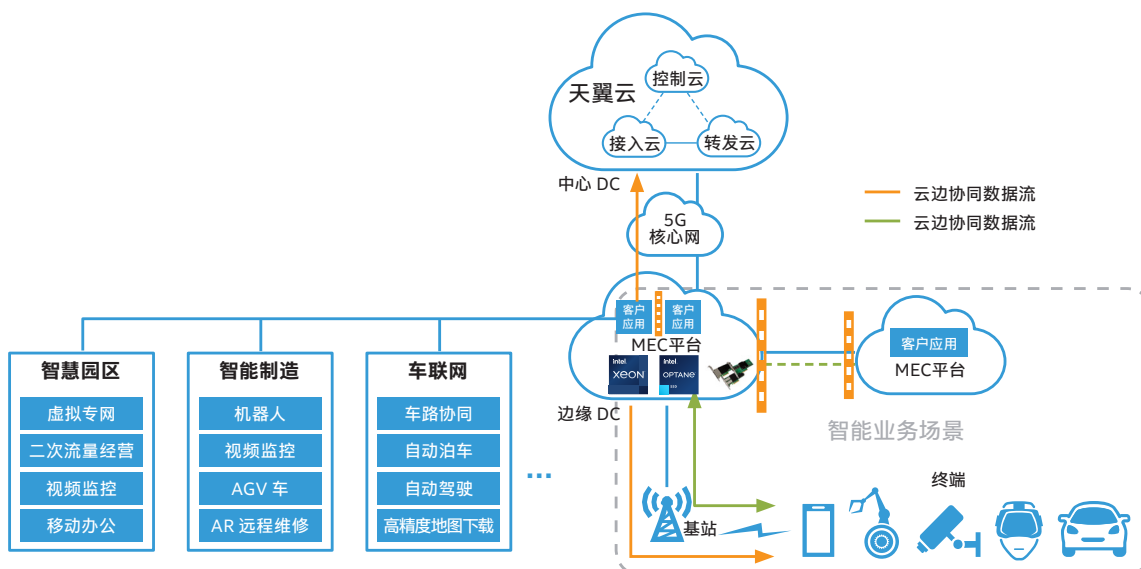
- **一点入云:** 平台支持多样化的承载/接入方式, 并支持固移融合的网络接入和 QoS 保障。用户的核心数据可不经由公网直接接入天翼云, 避免敏感数据在公网中的暴露, 带来安全可信的应用承载防护。在实践中, 用户可通过一系列开放能力以及标准 API 接口, 快速、安全地在平台中加载智能应用, 实现“一点入云”;
- **一跳入云:** 中国电信 MEC 平台通过支持专有云对接、5G 用户面功能 (User Plane Function, UPF) 模块接入等网络资源层的保障, 使终端到边缘侧的接入时延控制在毫秒级, 帮助智能应用获得“一跳入云”的接入能力;
- **高可靠、移动且高稳定性的 5G 网络:** 中国电信利用其成熟的 5G 网络, 与 MEC 平台协同配合, 有效提升智能应用的稳定性, 拓展了智能应用的使用范围。尤其在智慧园区等较为广泛的场景中, 5G 网络良好的覆盖性和快速切换能力, 为应用提供了更可靠的移动稳定性;
- **灵活高扩展的承载方式:** 中国电信 MEC 平台提供了虚拟机容器、虚拟机和裸机容器三种承载方式, 提升了平台的扩展性, 让用户可根据需求更灵活的调配边缘能力。例如一些高并发且需要弹性扩展的应用, 就可以采用容器模式进行部署。

“一方面, 第二代英特尔® 至强® 可扩展处理器为中国电信 MEC 平台提供更强算力支撑, 傲腾™ 固态盘的引入, 使平台分布式存储的写带宽提升 1 倍⁵, 读带宽提升 25%⁶, 而成本仅增加 15%⁷, 单节点的性能提升使得在满足同等性能的情况下可有效减少节点数, 进一步降低总体拥有成本 (TCO); 另一方面, 基于英特尔® 架构处理器, OpenVINO™ 工具套件能在一些 AI 模型场景中带来 7 倍⁸的推理加速。”

阮建辉
中国电信 MEC 开发总监
中国电信集团行业应用高级专家
中国电信

英特尔先进产品与技术赋能电信 MEC 平台

作为中国电信“云-边-端”体系的关键环节, MEC 平台提升工作效率的秘诀, 向上在于对数据的高效清洗和转发, 向下则在于对 AI 模型进行快速推理后形成有效策略下发。为此, 作为中国电信深度合作伙伴, 英特尔提供多种先进的产品与技术, 在高性能存储、统一边缘应用管理, 以及 AI 推理加速等方面为电信 MEC 平台赋能。



图二 引入英特尔® 架构软硬件产品构建的中国电信 MEC 平台

首先, 为帮助中国电信 MEC 平台实现更灵活的边缘应用管理能力, 让平台用户更方便地将智能应用迁移至边缘, 英特尔为之提供了开源的 OpenNESS 软件平台。作为英特尔面向边缘计算环境的开源服务平台, OpenNESS 帮助中国电信在异构网络、多云环境下构建统一的应用开发、托管环境, 提升用户在其上开发和部署应用的敏捷性, 从而令 MEC 平台具有更强的竞争力。其可在 MEC 平台中构建控制器和边缘节点代理两种模块, 前者可实现对 MEC 平台的编排, 并与 Kubernetes 协同来对平台资源进行预分配, 增加应用工作效率; 后者则可与多种网络接口打通, 对数据流量、身份验证等进行控制, 提升应用效率和安全性。

其次, 中国电信 MEC 平台所面临的大量的数据清洗和 AI 推理工作负载, 会对中间数据的存储性能提出更高要求。以一些使用高维模型的场景为例, 当数据的维度在百万级时, 数据文件大小或可达 GB 级, 当需要执行大量模型推理任务时, 文件的读写效率显然会直接影响智能应用的工作效率。为了避免存储成为 MEC 平台的瓶颈, 中国电信引入英特尔® 傲腾™ 固态硬盘, 与传统固态硬盘一起组成分布式存储。与传统 HDD 硬盘和固态硬盘相比, 基于傲腾™ 技术构建的英特尔® 傲腾™ 固态硬盘在存储性能、处理时延、QoS 以及耐用性上, 都有着更为优异的表现:

- **突破性性能带来更高吞吐量:** 英特尔® 傲腾™ 固态硬盘在低队列深度的工作负载下能展现出更强的性能张力, 对于单次访问具有极高的吞吐量, 非常适合应对边缘应用所需的大规模数据处理需求;
- **低延迟带来更优负载响应:** 借助创新英特尔® 傲腾™ 技术, 傲腾™ 固态硬盘能在任何工作负载下始终保持更低的响应时间, 并在不同吞吐量下保持一致的读取响应时间, 给予应用更好的稳定性;
- **高 QoS 带来可预测的优质服务:** 在数据快速增长的应用环境中, 英特尔® 傲腾™ 固态硬盘在随机写入工作负载中有着更优异的读取响应时间, 能帮助用户在边缘快速部署可预测的优质存储服务能力;
- **高耐用性带来更佳部署经济性:** 英特尔® 傲腾™ 固态硬盘具有更高的耐用性和更长的使用寿命, 更适用于在线事务处理、高性能计算、写缓存、引导和日志记录等写入密集型应用。

根据中国电信的内部测算, 相比纯固态硬盘存储方案, 傲腾™ 固态硬盘与传统固态硬盘结合的方案可以使整个分布式存储的写

带宽提升 1 倍⁹, 读带宽提升 25%¹⁰, 而傲腾™ 固态硬盘所带来的成本增加仅有 15%¹¹。除此之外, 由于单节点的性能提升, 在满足同等性能要求的情况下, 可以有效降低分布式存储节点数量, 从而进一步降低整个方案的 TCO。

而对于 MEC 平台中所部署的智能应用而言, 英特尔® 工业边缘洞见平台 (EII) 能够方便地承载于 OpenNESS 之上, 为智能应用提供多种容器化的微服务, 其大数据分析微服务中核心的 AI 推理任务可通过 OpenVINO™ 工具套件提供有效的加速能力。OpenVINO™ 工具套件内置了深度学习部署工具包 (DLDT), 支持模型的导入、转化及优化, 并可以利用一系列硬件指令集来实现深度学习模型推理加速。

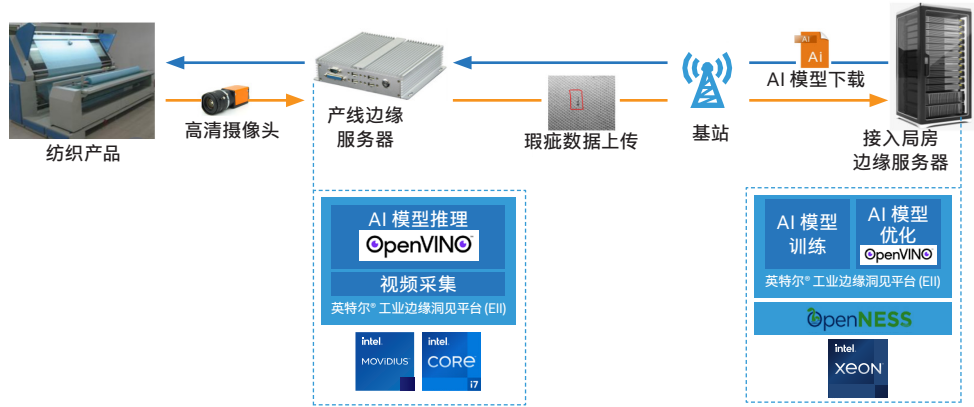
如图三所示, DLDLT 包括了模型优化器 (Model Optimizer) 和推理引擎 (Inference Engine) 两个核心组件, 并支持 TensorFlow、MXNet 等主流深度学习框架。在实际运行中, 训练后的网络拓扑、权重、偏差值以及其他可选参数可以通过模型优化器生成模型的优化中间表示文件 (Intermediate Representation, IR), 包括 bin (经训练的数据文件) 和 xml (描述网络拓扑的文件) 两种格式的文件; 然后使用推理引擎在目标环境中进行部署推理, 从而大幅提升深度学习应用的部署效率和推理速度。



图三 OpenVINO™ 工具套件加速深度学习部署流程

在一些典型的 AI 模型中, OpenVINO™ 工具套件已被证明可带来数倍的推理加速。在一项基于 YOLO v3 模型 (常用于对象检测、目标检测等场景) 的对比测试中, 测试图片大小为 640*512, 采用同样的英特尔® 酷睿™ 处理器平台的情况下, 引入 OpenVINO™ 工具套件可带来高达 7 倍¹² 的推理加速, 能有效提升 MEC 平台中智能应用的工作效能。同时, OpenVINO™ 工具套件还内置了优化的 OpenCV 库, 对高性能计算机视觉加速提供支持。

基于优异的性能等多项特性, 融合英特尔先进产品与技术的中国电信 MEC 平台已在智能制造、云视频直播等一系列垂直领域场景中部署落地, 并得到了良好的应用效果。



图五 某纺织厂 MEC 平台架构

应用场景一：助力智能制造大幅提升瑕疵检测效能

以往，纺织精密制造、安全设备等制造领域企业会利用人工方法对产品瑕疵进行检测，不仅效率低，准确率也大打折扣。即便采用软件检测，不断变化的产品形态也使误检率始终居高不下，更无法满足众多弹性制造和柔性制造的特殊需求，导致传统制造企业 TCO 升高，品控及服务水平无法突破瓶颈。以某纺织企业为例，传统使用人工或软件的织物检测方法往往只能识别特定瑕疵，而在实际生产中，织物的面料、纹理和色彩千变万化，很难做到识别所有瑕疵种类。

基于深度学习方法的 AI 模型为以上问题的解决带来转机。通过大规模织物瑕疵数据对 AI 模型进行不断地训练迭代优化，可以让 AI 模型自我学习与辨识出更多织物瑕疵，但随之而来的大量训练、推理计算任务却让传统工控机等产线设备难以应对。为帮助用户有效解决以上问题，中国电信与英特尔一起，基于云边融合的智慧工厂方案来变革织物缺陷检测模式。

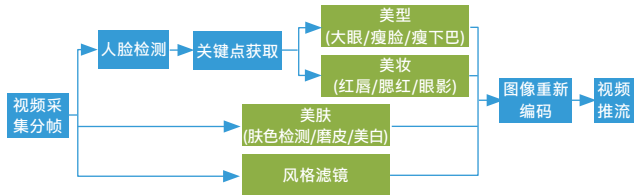
新方案（架构如图五所示）采用了两级边缘服务器设计，其中面向产线的边缘服务器基于英特尔® 酷睿™ 处理器，或其他英特尔® 架构处理器平台构建，通过英特尔® 工业边缘洞见平台（EII）控制高清摄像头，对瑕疵数据进行采集、缓存，并上传训练优化的数据，同时结合 OpenVINO™ 工具套件，在现场边缘进行推理分析与产线设备控制。瑕疵数据可经过 5G 网络上传至接入局房的边缘 MEC 服务器，由第二代英特尔® 至强® 可扩展处理器和 OpenVINO™ 工具套件构建的计算优势会在这里发挥作用，可以根据上传数据对算法进行迭代优化，然后将优化后的算法模型下发至产线边缘服务器，由此形成完整的工作闭环。

基于 MEC 平台，新方案有效实现了云端与边缘端的协同。其通过将人机界面、工业控制、图像基础处理等实时数据采集量

大或对数据延迟敏感的应用部署在产线边缘服务器，来提升智能方案对一线设备的快速控制能力；而接入局房的边缘服务器和云端数据中心则承载算法训练、统一管理算力需求量大、需要异地多端资源协同的应用。两者之间通过中国电信的高速 5G 网络进行连接，最大程度地发挥边缘计算在即时数据处理、降低网络负载等方面的优势，以及云平台在资源整合与提升应用敏捷性等方面的优势。

应用场景二：助力高清视频直播开启美颜效果

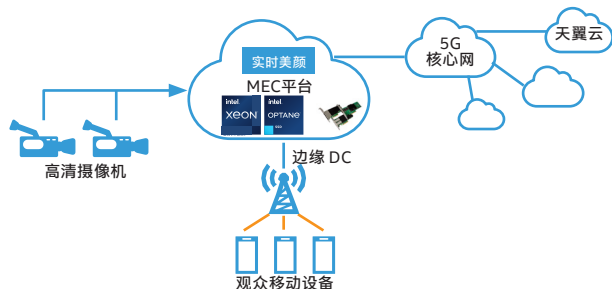
高清时代的来临，让舞台上的每个细节都变得清晰可见。为了实现更好的收视效果，越来越多的云视频直播正通过实时优化技术来帮助演员掩饰皮肤上的瑕疵，提升画面美感，呈现更好的效果。但实现实时“美颜”并非易事，典型的直播美颜处理流程如图六所示，一般在每个演员进行美颜时，都需要将视频分帧后逐帧进行美肤、美型、美妆和风格滤镜等美化处理。其中，美型主要包含放大双眼、瘦脸、瘦下巴等脸部修型，美妆处理目的在于对人脸做妆容修饰，如增加红唇、腮红和眼影等；对人像美型和美妆前需要先检测出人脸部分，然后根据人脸关键点提取的结果，定位出面部关键区域位置，包括眉毛、眼睛、鼻子、嘴巴和面部轮廓等，之后结合面部五官定位信息进行美型和美妆处理。美肤处理首先根据肤色检测算法分割出皮肤区域，然后对皮肤区域进行磨皮、美白处理，使皮肤变得光洁无暇。此外，为了满足拍摄场景风格化需求，图像通常还会采用不同色彩风格的滤镜处理，带来不同的视觉体验。美肤、美型、美妆和风格滤镜可多维度组合美化，也可以单一维度美颜，美颜完成后将处理后的图像重新编码推流。



图六 典型的直播美颜处理流程

在 4K 高清场景中, 单路视频码率往往达到数十 Mbps, 如果将美颜处理全部交由云端处理, 显然会给网络带宽带来极大的挑战。而传统终端侧的计算处理能力往往有限, 仅能支持对几位演员进行实时美颜处理, 遇到需要对大型演出活动中的数十乃至上百人同时进行处理的情况时就会捉襟见肘。

现在, 中国电信正与英特尔一起, 通过 MEC 平台来帮助用户有效应对这一问题。以平台在某交响乐团直播中的应用为例, 整个应用架构如图七所示, 来自高清摄像机的演出实时图像可以直接被部署在边缘数据中心的 MEC 平台服务器进行处理。在完成一系列美颜处理后, 图像由 5G 核心网进行任务编排后直接推送至观众的移动设备上, 无需再去远端的云数据中心进行处理, 远端天翼云只需要将迭代优化过的美颜算法下发至 MEC 平台即可。这一模式让整个美颜处理基本都在边缘侧完成, 大幅减少高清视频数据在网络中的传输, 从而将延迟大幅降低。



图七 演出直播实时美颜场景中的 MEC 平台

在 MEC 平台进行实时美颜处理的过程中, 英特尔® 傲腾™ 固态硬盘与传统固态硬盘一起构建的高性能分布式存储系统, 相比传统 HDD 硬盘和固态硬盘具备更低的读写延时以及更稳定的服务质量, 对应用计算处理过程中的数据高速落盘给予了有效支持; 而傲腾™ 固态硬盘多达 60DWPD 的超高使用寿命可以从容应对频繁的数据写入。

未来展望

现在, 中国电信 MEC 平台已在教育、医疗、制造、智慧园区等一系列垂直领域获得了广泛地运用与部署, 正为 1600 余家用户提供高品质的边缘计算服务。例如在智慧医疗领域, MEC 平台的强劲算力让医疗机构得以在诊疗一线运用 AI 能力进行辅助影像分析, 加快病理判读效率与准确性; 又如在智慧教育领域, 结合 5G 网络、MEC 平台与 AI 技术, 让教学机构可以更有效地对在线教学的质量、学生专注力等做出实时判读, 让授课教师能够及时做出调整, 从而提升教学效率。

面向未来 AI 技术加速落地的趋势, 中国电信还将与英特尔深入合作, 探索更多先进软硬件产品与“5G+MEC”场景的结合, 加速云边端协同整体解决方案在更多行业应用中的落地, 以更多高性价比的解决方案为不同垂直领域用户的数字化、智能化转型提供驱动力, 加速智能化新时代的到来。



1, 2, 5, 6, 9, 10 数据测试配置: 测试组处理器: 双路英特尔®至强®金牌6248处理器, 20内核/40线程, 主频2.50GHz, 最大睿频3.90GHz, 超线程开启, 睿频关闭; 内存: 192GB(12*16GB2666MHzDDR4); 网络适配器: 10GbE 英特尔® 以太网适配器 X710-DA2; 存储: 英特尔® 傲腾™ 固态硬盘 P4800X 375GB, 搭配 4* 英特尔® 固态硬盘 D3-S4510 3.84TB, 操作系统: Centos 7.9, 内核版本: 3.10.0-862; 对比组: 处理器: 双路英特尔® 至强® 金牌 6248 处理器, 20 内核 / 40 线程, 主频 2.50GHz, 最大睿频 3.90GHz, 超线程开启, 睿频关闭; 内存: 192GB (12 * 16GB 2666MHz DDR4); 网络适配器: 10GbE 英特尔® 以太网适配器 X710-DA2; 存储: 4*英特尔® 固态硬盘D3-S4510 3.84TB, 操作系统: Centos 7.9, 内核版本: 3.10.0-862。

3, 7, 11 数据源自中国电信内部的测试与评估, 如欲了解详情请咨询中国电信。

4, 8, 12 测试图片大小为 640*512, 总体时间分别为 1.99s 和 0.27s, 测试配置: 测试组: 处理器: 英特尔® 酷睿™ i7-8565U 处理器 @ 1.80GHz 1.99GHz, 4 核心 / 8 线程, 超线程关闭, 睿频开启; 内存: 32GB 2666MHz DDR4; 8GB 2666MHz DDR4; 存储: 512 GB 固态硬盘; BIOS: R70 Ver. 01.05.03, SMBIOS 版本: 3.1; 操作系统: Microsoft Windows 10 专业版, 版本号: 10.0.1941; OpenVINO™ 版本: 2020.3.341 对比组: 处理器: 英特尔® 酷睿™ i7-8565U 处理器 @ 1.80GHz 1.99GHz, 4 核心 / 8 线程, 超线程关闭, 睿频开启; 内存: 32GB 2666MHz DDR4, 8GB 2666MHz DDR4; 存储: 512 GB 固态硬盘; BIOS: R70 Ver. 01.05.03, SMBIOS 版本: 3.1; 操作系统: Microsoft Windows 10 专业版, 版本号: 10.0.1941; Pytorch 1.7.1

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、软件或服务得以激活。产品性能会基于系统配置有所变化。没有任何产品或组件是绝对安全的。更多信息请从原始设备制造商或零售商处获得, 或请见 intel.com。

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、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。

©英特尔公司版权所有