

借助英特尔® 高级矩阵扩展 (英特尔® AMX) 加速 AI 工作负载

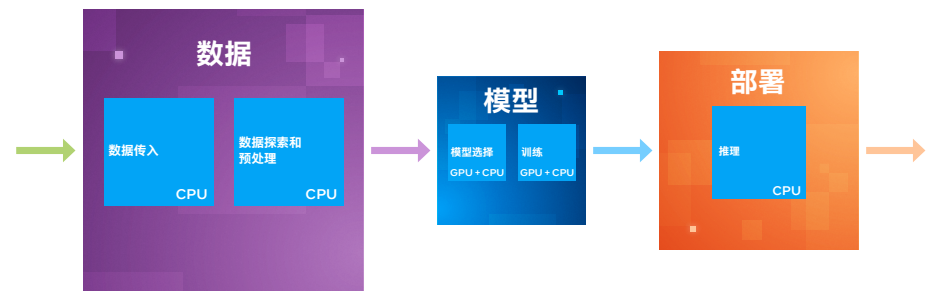
英特尔推出的第四代和第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器及其内置的英特尔® 高级矩阵扩展 (Intel® Advanced Matrix Extensions, 英特尔® AMX) 可进一步提高 AI 功能。与第三代英特尔® 至强® 可扩展处理器相比, 第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器可使推理工作负载的性能提升高达 10 倍, 每瓦性能提升高达 7 倍¹。



优化 AI 管线

从图书和电影推荐系统到驱动大型电商网站的数字化零售软件, 再到支持聊天机器人和机器翻译的自然语言处理 (NLP) 功能, 企业可通过在不同场景中应用 AI 获得诸多收益。AI 真正的价值在于其能够解析复杂环境和海量数据的特性, 以及解决以往难解之题的能力, 而这正是不断推进企业革新的关键潜能。据研究显示, 到 2025 年, 90% 新发布的企业应用版本都将包含嵌入式 AI 功能²。

AI 管线



3 个外方框表示 AI 管线各阶段。
5 个内方框表示 AI 工作负载。
方框大小表明 AI 管线中处理器活动的相对水平。

图 1. AI 管线中的 AI 工作负载和处理器活动

第四代和第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器内置 AI 加速器——英特尔® AMX, 是企业 and 机构优化 AI 管线的理想选择。平衡推理是 CPU 在 AI 应用中的主要用例, 而这款英特尔® AI 引擎专为该用例设计并且具备更多训练能力 (见图 1)³。目前, 在所有运行 AI 推理工作负载的已装机数据中心处理单元中, 英特尔® 至强® 可扩展处理器的占比高达 65%; 因此, 为新的 AI 部署选择内置英特尔® AMX 的第四代和第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器, 是一种既高效又具有成本效益的 AI 工作负载加速方式⁴。

选择内置加速器的理由

目前，采用内置英特尔® 深度学习加速技术 (Intel® Deep Learning Boost, 英特尔® DL Boost) 的第三代英特尔® 至强® 可扩展处理器支持 AI 部署，可满足 IT 部门履行客户服务级别协议 (SLA) 的要求，而内置英特尔® AMX 的第四代和第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器则将带来新的变革。

如图 2 和图 3 所示：与上一代产品相比，内置英特尔® AMX 的第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器，可将实时推理性能提升高达 1.23 至 1.35 倍，可将实时推理每瓦性能提升高达 1.2 至 1.38 倍^{5,6,7}。

第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器 INT8 推理性能提升情况^{5,6,7}

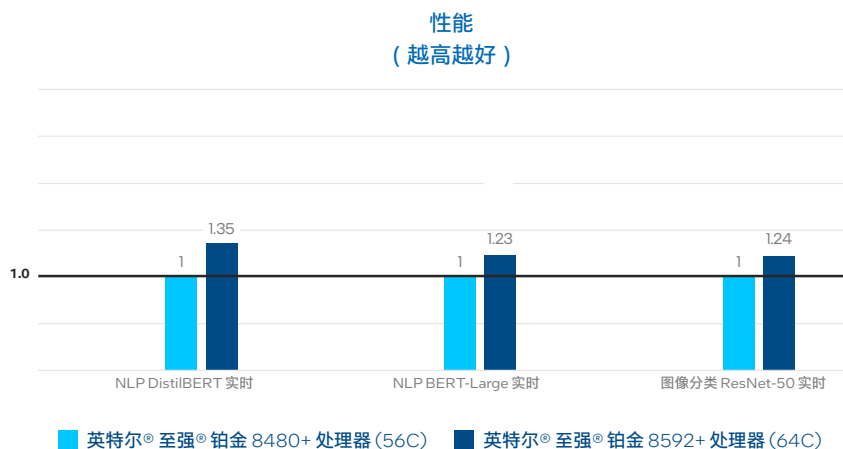


图 2. 第四代和第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器实时推理性能比较^{5,6,7}

第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器 INT8 推理性能提升情况^{5,6,7}

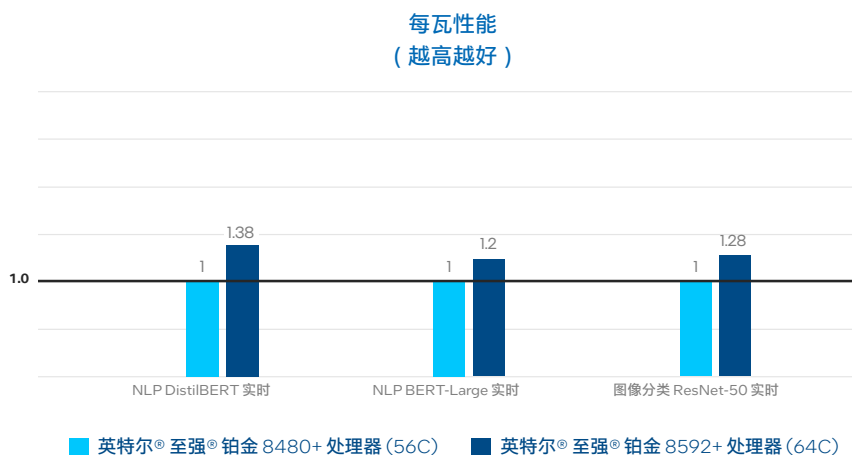


图 3. 第四代和第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器实时推理每瓦性能比较^{5,6,7}

图 4 展示了第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器与第三代英特尔® 至强® 可扩展处理器相比能够带来的总体拥有成本 (TCO) 优势。针对批量 NLP 推理 (BERT-Large) 工作负载，只需 13 台基于第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器的服务器即可实现 50 台基于第三代英特尔® 至强® 可扩展处理器的服务器所能提供的性能⁸。服务器数量的减少意味着更低的能耗和更低 CO₂ 排放量，从而实现多达 64% 的 TCO 节约⁸。

第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器可带来的 TCO 优势

与 50 台基于第三代英特尔® 至强® 可扩展处理器的服务器进行比较⁸

	AI-NLP BERT-Large
基于第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器的服务器数量	13 台服务器
服务器设备群节约的能源*	1,643.6 MWh
CO ₂ 排放减少量*	696,768 kg
TCO 节省*	127.34 万美元
TCO 节省幅度	64%

图 4. 第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器与第三代产品相比的 TCO 优势⁸

通过图 5 可以看出，英特尔® AMX 带来的性能提升远大于每一代产品（从第一代英特尔® 至强® 可扩展处理器开始）通过增加内核所实现的性能提升。

摩尔定律与加速器

为工作负载匹配合适的计算引擎

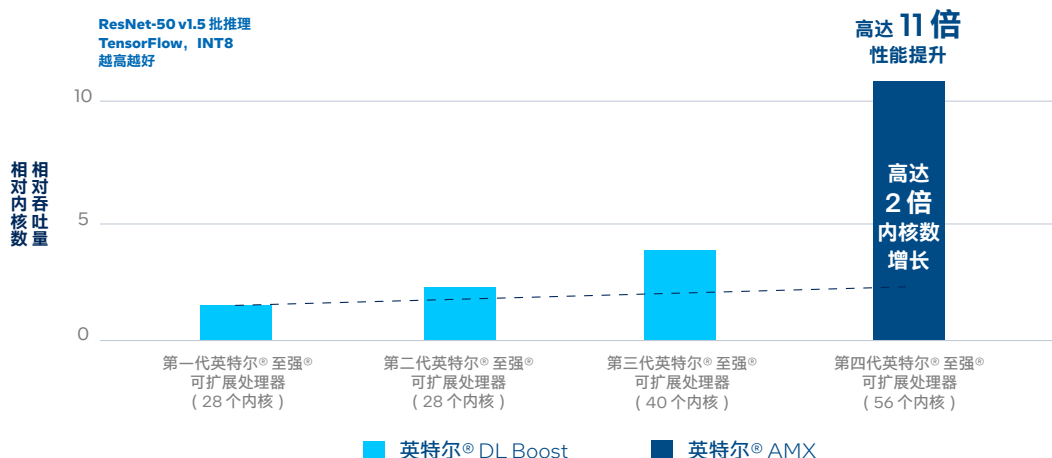


图 5. 以第一代英特尔® 至强® 可扩展处理器为基准，与前几代产品相比，英特尔® AMX 实现非线性性能提升⁹

英特尔® AMX 是什么？

英特尔® AMX 是内置于第四代和第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器中的加速器，可优化深度学习 (DL) 训练和推理工作负载。借助英特尔® AMX，第四代和第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器可在优化通用计算和 AI 工作负载间快速转换。就好比一辆汽车，既有非常出色的城市道路行驶表现，也可以迅速转换模式，展现 F1 赛事级别的竞速性能。第四代和第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器就具备这种灵活性。开发人员可以编写非 AI 功能代码来利用处理器的指令集架构 (ISA)，也可编写 AI 功能代码，以充分发挥英特尔® AMX 指令集的优势。英特尔已将其 oneAPI DL 引擎——英特尔® oneAPI 深度神经网络库 (Intel® oneAPI Deep Neural Network Library, 英特尔® oneDNN) 集成至包括 TensorFlow、PyTorch、PaddlePaddle 和 ONNX 在内的多个主流 AI 应用开源工具当中。

英特尔® AMX 架构

英特尔® AMX 架构由两部分组件构成 (见图 6)：

- 第一部分为 TILE，由 8 个 1KB 大小的 2D 寄存器组成，可存储大数据块。
- 第二部分为平铺矩阵乘法 (TMUL)，它是与 TILE 连接的加速引擎，可执行用于 AI 的矩阵乘法计算。



图 6. 英特尔® AMX 架构由 2D 寄存器文件 (TILE) 和 TMUL 组成

英特尔® AMX 支持 INT8 和 BF16 两种数据类型:

- 当推理无需 FP32 (AI 经常使用的单精度浮点格式) 的精度时可使用 INT8 这种数据类型。由于该数据类型的精度较低, 因此单位计算周期内运算次数就更多, 非常适合对于速度和效率要求较高的实时应用和矩阵乘法任务。
- BF16 这种数据类型实现的准确度足以达到大多数训练的要求, 必要时它也能让 AI 推理实现更高的准确度。它能够以近乎 FP32 的精度支持机器学习模型训练, 但产生的计算成本远低于 FP32。

凭借这种新的平铺架构以及对 INT8 和 BF16 两种数据格式的支持, 英特尔® AMX 让英特尔® 至强® 可扩展处理器实现了大幅代际性能提升。与内置英特尔® 高级矢量扩展 512 矢量神经网络指令 (Intel® Advanced Vector Extensions 512 Vector Neural Network Instructions, 英特尔® AVX-512 VNNI) 的第三代英特尔® 至强® 可扩展处理器相比, 内置英特尔® AMX 的第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器将单位计算周期内执行 INT8 运算的次数从 256 次提高至 2048 次。此外, 如图 7 所示, 第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器可在单位计算周期内执行 1024 次 BF16 运算, 而第三代英特尔® 至强® 可扩展处理器执行 FP32 运算的次数仅为 64 次¹⁰。

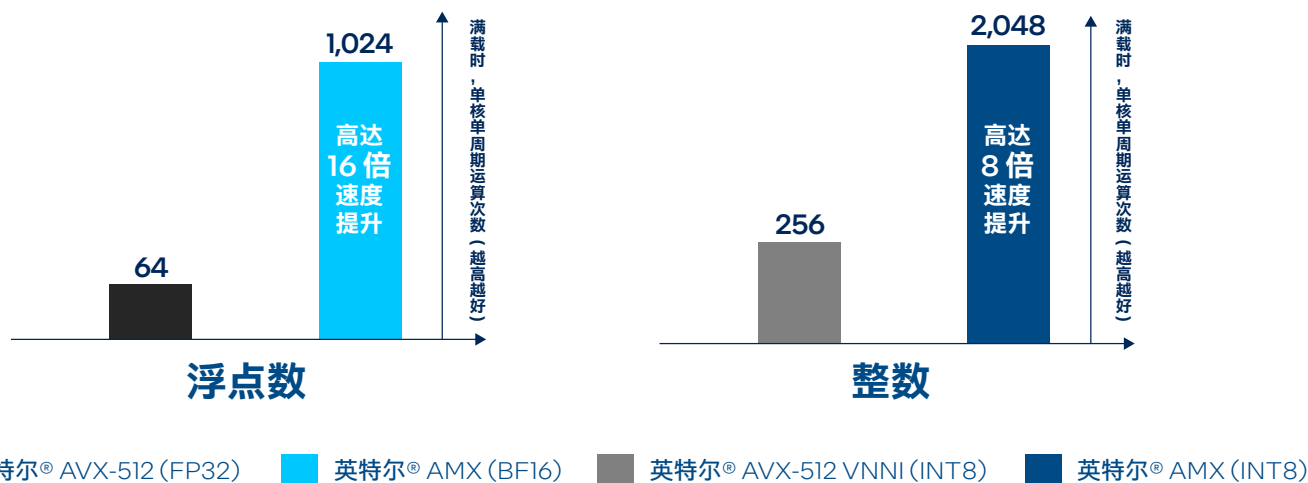


图 7. 与英特尔® AVX-512 VNNI 相比, 英特尔® AMX 在处理 INT8 和 BF16 两种数据类型时表现更出色¹⁰

AI 用例

内置英特尔® AMX 的第四代和第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器可用于广泛的深度学习 (DL) 用例。



推荐系统

无论是推荐电影和图书，还是进行广告精准投放，均可带来个性化的终端用户体验。基于深度学习创建可将用户实时行为以及时间和地点等相关场景特征考虑在内的推荐系统。



自然语言处理 (NLP)

聊天机器人、情感分析等自然语言处理应用是企业支持和扩展情绪分析、聊天机器人和机器翻译等多种功能的关键所在，预计到 2032 年，自然语言处理应用的全球市场规模将达到 1,580.4 亿美元¹。



零售电商软件解决方案

在 PyTorch、TensorFlow 等已面向 AI 优化的框架基础上，通过深度学习推理和训练，大幅缩短交易时间，轻松应对峰值需求，助力零售企业增加收入并提供出色的客户体验。

使用英特尔® AMX 立启新加速

借助英特尔® AMX，几乎无需费力，即可提升性能。这得益于多个默认使用的框架都经过英特尔® oneDNN 的优化。Windows 和 Linux 操作系统、基于内核的虚拟机 (KVM) 和多个主流虚拟机管理程序都支持英特尔® AMX 指令集。INT8 和 BF16 运算在 TensorFlow 和 PyTorch 等开源框架内可自动优化。开发人员可借助英特尔® 分发版 OpenVINO™ 工具包实现 AI 推理的自动化、优化、微调 and 运行，且几乎或者完全不需要具备编码知识。而且，开发人员只需使用英特尔® Neural Compressor 便可将训练模型量化为 INT8 数据类型。

英特尔® AMX 实施和开发工具

英特尔提供了大量工具和资源来帮助开发人员实施和部署英特尔® AMX。

- [第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器 AI 调优指南](#)：提供第四代英特尔® 至强® 可扩展处理器的调优建议，从而在大多数情况下实现更出色的性能。
- [英特尔® AMX 快速入门指南](#)：文件提供了面向英特尔® 架构优化的全新 AI 库和框架的相关信息和链接。
- [AI 框架](#)：进一步了解 [TensorFlow](#)、[PyTorch 优化](#) 等英特尔提供的主流深度学习和机器学习框架。
- [AI 参考套件](#)：了解面向开源社区的 AI 参考套件，以及有关如何在实际应用中使用时可下载套件的示例和教程。
- [AI 和机器学习开发工具](#)：针对 AI 工作流程中各个阶段的英特尔® 开发人员资源。

使用英特尔® 至强® 可扩展处理器为 AI 加速

使用内置英特尔® AMX 的第四代和第五代英特尔® 至强® 可扩展处理器，充分挖掘 AI 无限潜能，更好助力千行百业。在数据中心已广泛部署英特尔® 至强® 可扩展处理器的基础之上更进一步，借助全新矩阵乘法运算加速方案，体验更加出色的 AI 训练和推理性能。

有关英特尔® AI 和英特尔® AMX 的更多信息，请访问 www.intel.cn/ai。



- 1 详情请见以下网址的 [A23]: [intel.com/processorclaims](https://www.intel.com/processorclaims) (第五代英特尔®至强®可扩展处理器)。结果可能不同。
- 2 Forbes, "Top Artificial Intelligence (AI) Predictions For 2020 From IDC and Forrester [IDC and Forrester 有关 2020 年人工智能 (AI) 领域的重大预测]", 2019 年 11 月, [forbes.com/sites/gilpress/2019/11/22/top-artificial-intelligence-ai-predictions-for-2020-from-idc-and-forrester/#4fef9821315a](https://www.forbes.com/sites/gilpress/2019/11/22/top-artificial-intelligence-ai-predictions-for-2020-from-idc-and-forrester/#4fef9821315a)。
- 3 The Next Platform, "With AMX, Intel Adds AI/ML Sparkle to Sapphire Rapids (英特尔凭借 AMX 使第四代英特尔®至强®可扩展处理器具备出色的 AI/ML 性能)", 2021 年 8 月, [nextplatform.com/2021/08/19/with-amx-intel-adds-ai-ml-sparkle-to-sapphire-rapids/](https://www.nextplatform.com/2021/08/19/with-amx-intel-adds-ai-ml-sparkle-to-sapphire-rapids/)。
- 4 基于英特尔对截至 2022 年 12 月运行 AI 推理工作负载的全球数据中心服务器装机容量的市场建模。
- 5 基于英特尔®至强®铂金 8592+ 处理器的配置: 单节点, 2 个英特尔®至强®铂金 8592+ 处理器, 64 核, 启用英特尔® HT 技术, 启用英特尔® 睿频加速技术, NUMA 4, 总内存 1024 GB (16x64 GB DDR5, 5600 MT/s), BIOS EGSDCRB1.SYS.0105.D74.2308261933, 微代码 0x21000161, 1 个以太网控制器 I225-LM, 1 个 3.6 TB 英特尔® SSD PE2KX040T8, 1 个 931.5 GB 英特尔® SSD PE2KX010T8, CentOS Stream 9, 6.2.0-emr.bkc.6.2.3.6.31.x86_64, PyTorch: torch:2.1.0.dev20230825+cpu, oneDNN:v3.2.1 IPEX:2.1.0+git31b5ee1, 基于英特尔 2023 年 9 月 7 日进行的测试。基于英特尔®至强®铂金 8480+ 处理器的配置: 单节点, 2 个英特尔®至强®铂金 8480+ 处理器, 56 核, 启用英特尔® HT 技术, 启用英特尔® 睿频加速技术, NUMA 2, 总内存 1024 GB (16x64 GB DDR5, 4800 MT/s), BIOS EGSDCRB1.SYS.0102.D37.2305081420, 微代码 0x2b0004b1, 1 个以太网控制器 I225-LM, 1 个 7.2 GB Cruiser Blade, 2 个 3.7 TB 英特尔® SSD PE2KX040T8, 1 个 894.3 GB 英特尔® SSD SC2KG96, CentOS Stream 8, 5.15.0-spr.bkc.pc.16.4.24.x86_64, PyTorch: torch:2.1.0.dev20230825+cpu oneDNN:v3.2.1 IPEX:2.1.0+git31b5ee1, 基于英特尔 2023 年 9 月 5 日进行的测试。
- 6 基于英特尔®至强®铂金 8592+ 处理器的配置: 单节点, 2 个英特尔®至强®铂金 8592+ 处理器, 64 核, 启用英特尔® HT 技术, 启用英特尔® 睿频加速技术, NUMA 4, 总内存 1024 GB (16x64 GB DDR5, 5600 MT/s), BIOS EGSDCRB1.SYS.0105.D74.2308261933, 微代码 0x21000161, 1 个以太网控制器 I225-LM, 1 个 3.6 TB 英特尔® SSD PE2KX040T8, 1 个 931.5 GB 英特尔® SSD PE2KX010T8, CentOS Stream 9, 6.2.0-emr.bkc.6.2.3.6.31.x86_64, PyTorch: torch:2.1.0.dev20230825+cpu, oneDNN:v3.2.1 IPEX:2.1.0+git31b5ee1, 基于英特尔 2023 年 9 月 7 日进行的测试。基于英特尔®至强®铂金 8480+ 处理器的配置: 单节点, 2 个英特尔®至强®铂金 8480+ 处理器, 56 核, 启用英特尔® HT 技术, 启用英特尔® 睿频加速技术, NUMA 2, 总内存 1024 GB (16x64 GB DDR5, 4800 MT/s), BIOS EGSDCRB1.SYS.0102.D37.2305081420, 微代码 0x2b0004b1, 1 个以太网控制器 I225-LM, 1 个 7.2 GB Cruiser Blade, 2 个 3.7 TB 英特尔® SSD PE2KX040T8, 1 个 894.3 GB 英特尔® SSD SC2KG96, CentOS Stream 8, 5.15.0-spr.bkc.pc.16.4.24.x86_64, PyTorch: torch:2.1.0.dev20230825+cpu oneDNN:v3.2.1 IPEX:2.1.0+git31b5ee1, 基于英特尔 2023 年 9 月 5 日进行的测试。
- 7 基于英特尔®至强®铂金 8592+ 处理器的配置: 单节点, 2 个英特尔®至强®铂金 8592+ 处理器, 64 核, 启用英特尔® HT 技术, 启用英特尔® 睿频加速技术, NUMA 2, 总内存 1024 GB (16x64 GB DDR5, 5600 MT/s), BIOS 2.0, 微代码 0x21000161, 2 个支持 10GBASE-T 端口的英特尔®以太网控制器 X710, 1 个以太网接口, 1 个 1.7 TB SAMSUNG MZQL21T9HCJR-00A07, Ubuntu 22.04.2 LTS, 5.15.0-78-generic, 基于英特尔 2023 年 10 月 10 日进行的测试。基于英特尔®至强®铂金 8480+ 处理器的配置: 单节点, 2 个英特尔®至强®铂金 8480+ 处理器, 56 核, 启用英特尔® HT 技术, 启用英特尔® 睿频加速技术, NUMA 2, 总内存 1024 GB (16x64 GB DDR5, 4800 MT/s), BIOS 2.0, 微代码 0x2b0004d0, 1 个以太网接口, 2 个支持 10GBASE-T 端口的以太网控制器 X710, 1 个 1.7 TB SAMSUNG MZQL21T9HCJR-00A07, Ubuntu 22.04.2 LTS, 5.15.0-78-generic, 基于英特尔 2023 年 10 月 25 日进行的测试。
- 8 批量运行自然语言处理推理 (BERT-Large) 工作负载时, 第五代英特尔®至强®可扩展处理器的 TCO 比第三代英特尔®至强®可扩展处理器降低高达 64%。批量运行自然语言处理推理 (BERT-Large) 工作负载时, 第五代英特尔®至强®可扩展处理器的速度比第三代英特尔®至强®可扩展处理器提升高达 3.88 倍。此性能可使设备群中服务器的数量从 50 台减少至 13 台, 4 年可节省: 1.643.6 兆瓦时用电量, 696.768 kg 碳排放量和 127.34 万美元成本。基于英特尔®至强®铂金 8592+ 处理器的配置: 单节点, 2 个英特尔®至强®铂金 8592+ 处理器, 64 核, 启用英特尔® HT 技术, 启用英特尔® 睿频加速技术, NUMA 2, 总内存 1024 GB (16x64 GB DDR5, 5600 MT/s), BIOS 2.0, 微代码 0x21000161, 2 个支持 10GBASE-T 端口的英特尔®以太网控制器 X710, 1 个 1.7 TB SAMSUNG MZQL21T9HCJR-00A07, Ubuntu 22.04.2 LTS, 5.15.0-78-generic, 框架 = Pytorch 2.0, IPEX = 2.0, Python 3.8, AI 模型 = BERT Large (<https://github.com/IntelAI/models/>), 批处理结果: 使用 Bfloat16 和 INT8-AMX (BS >1) 时得分最好, 基于英特尔 2023 年 10 月 10 日进行的测试。基于英特尔®至强®铂金 8380 处理器的配置: 单节点, 配备 2 个第三代英特尔®至强®可扩展处理器 (40 核) 的英特尔®平台, 启用英特尔® HT 技术, 启用英特尔® 睿频加速技术, 禁用 SNC, 总内存 1024 GB (16x64 GB DDR4, 3200 MT/s), BIOS 1.5, 微代码 0xd0003a5, 2 个支持 10GBASE-T 端口的英特尔®以太网控制器 X710, 1 个 1.7 TB SAMSUNG MZQL21T9HCJR-00A07, Ubuntu 22.04.2 LTS, 5.15.0-78-generic, 框架 = Pytorch 2.0, IPEX = 2.0, Python 3.8, AI 模型 = BERT Large (<https://github.com/IntelAI/models/>), 批处理结果: 使用 Bfloat16 和 INT8-AMX (BSN >1) 时得分最好, 基于英特尔 2023 年 10 月 10 日进行的测试。针对 50 台搭载英特尔®至强®铂金 8380 处理器的服务器设备群, 截至 2023 年 10 月的估算: 资本支出成本: 122.28 万美元, 运营支出成本 (4 年, 包含电力和散热方面的公用事业成本, 以及基础设施和硬件维护成本): 76.2 万美元, 用电量 (4 年, 每台服务器, 单位: 千瓦时): 49,050, PUE 1.6, 其他假设: 公用事业成本为 0.1 美元/千瓦时, 电力方面的碳排放系数 (kg/kWh): 0.42394。针对 13 台搭载英特尔®至强®铂金 8592+ 处理器的服务器设备群, 截至 2023 年 10 月的估算: 资本支出成本: 49.61 万美元, 运营支出成本 (4 年, 包含电力和散热方面的公用事业成本, 以及基础设施和硬件维护成本): 21.53 万美元, 用电量 (4 年, 每台服务器, 单位: 千瓦时): 62,225, PUE 1.6, 其他假设: 公用事业成本为 0.1 美元/千瓦时, 电力方面的碳排放系数 (kg/kWh): 0.42394。成本计算基于截至 2023 年 10 月的英特尔估算和来源于 thinkmate.com 的信息。
- 9 用于 INT8 测试的软件配置: TensorFlow ResNet-50 v1.5, 推理: BS=116 (INT8), 单实例/路, oneDNN v2.7, 面向英特尔®架构优化的 TensorFlow 2.10, 基于英特尔分别于 2022 年 10 月 24 日 (第三代和第四代英特尔®至强®可扩展处理器) 和 2022 年 7 月 19 日 (第二代和第一代英特尔®至强®可扩展处理器) 进行的测试。硬件配置: 第四代英特尔®至强®可扩展处理器硬件配置 (已测): 配备 2 个英特尔®至强®铂金 8480 处理器的非量产平台 [56 核, 350 W 热设计功耗 (TDP)], 1 TB (8 通道/64 GB/4800 MHz) 的 DDR5 总内存, 使用 BKC 01, 使用英特尔® AMX/INT8 和 BF16, CentOS Stream 8, 英特尔® AMX 内核 (5.15), 测试结果可能不同。第三代英特尔®至强®可扩展处理器硬件配置 (已测): 单节点, 2 个英特尔®至强®铂金 8380 处理器 (40 核/2.3 GHz, 270 W TDP), 1 TB (8 插槽/64 GB/3,200 MHz) DDR4 总内存, ucode 0xd0002f2, 启用英特尔® HT 技术, 启用英特尔® 睿频加速技术, Ubuntu 20.04.2 LTS (Focal Fossa), 5.4.0-73-generic, 1 个英特尔® SSD SC2CW480A3 操作系统盘。第二代英特尔®至强®可扩展处理器硬件配置 (已测): 单节点, 2 个英特尔®至强®铂金 8280 处理器, 28 核, 启用英特尔® HT 技术, 启用英特尔® 睿频加速技术, 总内存 384 GB (12 插槽/32 GB/2,933 MHz), BIOS: SE5C620.86B.02.01.0013.12152020065 (ucode: 0x500320a), CentOS Stream 8, 4.18.0-383.el8.x86_64。英特尔®至强®可扩展处理器硬件配置 (已测): 单节点, 2 个英特尔®至强®铂金 8180 处理器, 28 核, 启用英特尔® HT 技术, 启用英特尔® 睿频加速技术, 总内存 384 GB (12 插槽/32 GB/2,666 MHz), BIOS: SE5C620.86B.0X.01.0117.021220182317 (ucode: 0x2006b06), Ubuntu 20.04.2 LTS, 5.4.0-73-generic。
- 10 基于假设 CPU 满载情况下单个内核在单个周期内进行矩阵乘法 + 累加运算的架构峰值处理能力。截至 2021 年 8 月。配合工作负载/配置信息请见 <https://edc.intel.com/content/www/cn/zh/products/performance/benchmarks/processors/> (前往 Events 项下的 Architecture Day 2021)。结果可能不同。
- 11 有关全球 NLP 市场规模信息的来源: "Fortune Business Insights, Natural Language Processing (NLP) Market Size, Share & Industry Analysis, By Deployment (On-Premises, Cloud, and Hybrid), By Enterprise Type (Small & Medium-sized Enterprises and Large Enterprises), By Technology (Interactive Voice Response, Optical Character Recognition, Text Analytics, Speech Analytics, Classification and Categorization, Pattern and Image Recognition, and Others), By Industry (Healthcare, Retail, High Tech and Telecom, Banking, Financial Services, and Insurance, Automotive & Transportation, Advertising & Media, Manufacturing, and Others), and Regional Forecasts, 2024-2032 [按照部署 (本地、云端、混合)、企业规模 (中小企业和大型企业)、技术 (交互式语音应答、光学字符识别、文本分析、语音分析、分类、类型和图像分类等)、行业 (医疗、零售、高科技、电信、银行、金融服务、保险、汽车与运输、广告与媒体、制造业等) 划分的 2024 年至 2032 年自然语言处理 (NLP) 市场规模、占有率和行业分析及区域预测]", 2024 年 3 月, fortunebusinessinsights.com/industry-reports/natural-language-processing-nlp-market-101933#。

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.cn/PerformanceIndex。

性能测试结果基于配置信息中显示的日期进行的测试, 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。

描述的成本降低情景均旨在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。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的商标。其他的名称和品牌可能是其他所有者的资产。