

解决方案简介

英特尔® 傲腾™ 持久内存
英特尔® 傲腾™ 固态硬盘
CDN 服务
视频点播/直播

英特尔® 傲腾™ 技术助力中国电信打造更优 CDN 服务



“高品质的视频点播、直播服务,有赖于高质量的 CDN 服务提供高效的内容分发和缓存加速能力,而 CDN 节点中存储设施的性能会直接影响 CDN 服务的水平。通过引入英特尔® 傲腾™ 持久内存与英特尔® 傲腾™ 固态硬盘,帮助我们高效地实现了 CDN 节点的高等级缓存扩容,加强了节点的服务连续性和可用性。”

齐铁鹏

天翼云科技有限公司技术专家

作为 5G 时代重要的互联网服务类型,视频点播、直播等服务已处于互联网流量的绝对“C 位”,占全部流量的 80% 以上¹。中国电信以旗下天翼云 CDN (Content Delivery Network, 内容分发网络),为众多头部视频服务商提供高效的内容分发和缓存加速能力,助力打造高品质视频服务。

通过三层架构的 CDN 节点缓存系统,中国电信可为不同热度、大小的视频提供不同等级的缓存加速能力。而随着业务规模的快速扩大,中国电信需要进一步扩展其高等级缓存规模,来应对越来越多的热点视频加速需求,消除性能瓶颈。

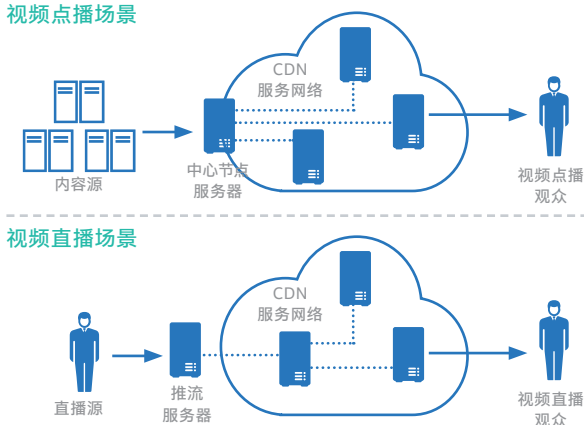
为此,中国电信与英特尔一起,引入英特尔® 傲腾™ 持久内存、英特尔® 傲腾™ 固态硬盘,分别对 CDN 节点中的缓存系统及索引服务进行优化升级。新方案在保持成本可控的前提下,帮助 CDN 节点扩大内存级缓存的容量,提升固态硬盘级缓存的性能,并使索引服务的恢复时长大幅缩短。英特尔® 傲腾™ 产品的引入,使通过天翼云 CDN 分发加速的视频点播、直播服务在性能和可用性上获得有效提升,增强了中国电信 CDN 服务的市场竞争力。

中国电信天翼云 CDN 为互联网服务提供加速

随着 5G 时代全面开启,以视频服务为代表的各类高带宽、低延迟的互联网服务,正使 CDN 受到更多的市场关注。数据表明,2020 年全球 CDN 市场规模已达 117.6 亿美元,并将在未来数年保持 27.3% 的年复合增长率²。

作为全球领先的电信运营商,中国电信依托旗下知名云服务品牌天翼云,通过三级架构与全国 1800 多个节点,为众多互联网企业客户提供领先的电信级 CDN 产品,为视频、下载等互联网服务提供强有力的分发和加速引擎。

在广受关注的视频点播、直播服务中,如图一所示,天翼云 CDN 可通过智能负载均衡系统,将用户的点播、直播请求调度至最近的 CDN 节点,实现就近响应,从而有效解决因跨运营商访问、跨地域访问、服务器带宽及性能带来的访问延迟问题,在降低企业客户源站带宽压力的同时实现快速访问,提升用户体验。

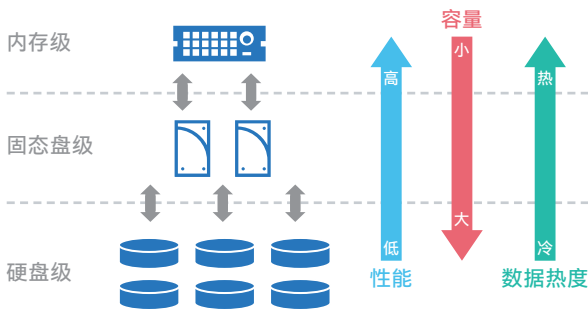


图一 应用于视频点播/直播场景的 CDN 服务

CDN 节点优化需要更优存储设施

在借助自身优势,对 CDN 服务网络开展各种协议、路径优化之外,中国电信也希望通过节点优化,来进一步提升 CDN 的整体性能。由于 CDN 的运行机理是将热点内容和数据缓存到离用户最近的节点,因此优化的首选项是对 CDN 节点缓存系统的存储性能,包括 IOPS (Input/Output Operations Per Second, 每秒的输入输出量)、吞吐、时延、首包/首屏等进行提升。

如图二所示,天翼云现有 CDN 节点中的缓存系统主要采用了三级架构,自上而下分别为内存级、固态硬盘级和硬盘级。如表一所示,其中内存级性能最优,但容量最小、价格昂贵且具有易失性;硬盘级性能最低但容量最大,固态硬盘级的性能和容量均居中。



图二 天翼云 CDN 缓存系统三级架构

缓存层级	存储产品	易失性	价格	部署容量	时延性能
内存级	DRAM 内存	易失	昂贵	GB 级	纳秒级
固态硬盘级	NAND 固态硬盘组	非易失	普通	TB 级	微秒级
硬盘级	HDD 硬盘组	非易失	普通	PB 级	毫秒级

表一 不同存储层级的特性对比

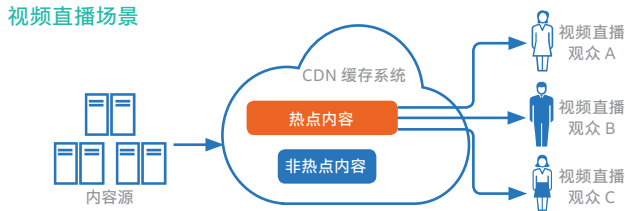
通过自研算法,中国电信可根据数据热度和文件大小对缓存内容实施动态调整,以获得最佳性能输出。例如每逢佳节,阖家团圆的视频节目就会获得更多关注和点播,动态调整算法就会根据不同节目热度上升的幅度,将其从 HDD 硬盘迁移到 NAND (闪存) 固态硬盘;当热度继续上升,则会进一步迁移到 DRAM 内存中;而当视频热度减退,系统就会将其下沉至大容量 HDD 硬盘以节省宝贵的内存空间。

因此,对天翼云 CDN 节点缓存系统开展优化,需要在成本可控的范围内,一方面,对内存级缓存实施扩容,确保高热点数据获得性能加持;另一方面,对固态硬盘缓存进行性能升级,使其替代硬盘级缓存成为缓存加速主力,来提升天翼云 CDN 的整体性能。

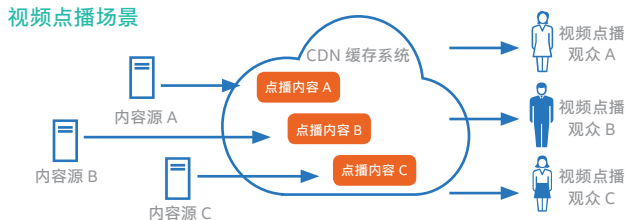
此外,不同的业务场景对于 CDN 节点缓存系统的需求也有所不同。如下页图三所示,在体育赛事一类热门视频直播场景中,往往出现热点内容访问的聚集效应,视频内容会在一定时间内被观众反复请求,这就意味着大量热点数据会被长时间保留在最高缓存等级——内存级缓存中。而 DRAM 内存昂贵的单位容量价格,无疑让中国电信以及企业客户在扩容时面临巨大的成本压力。

在视频点播场景中,热点内容往往比较分散且热门时间较短,因此客户会更关注缓存系统的整体性能表现。这就需要固态硬盘级缓存的性能可与内存级缓存实现平滑过度。而传统 NAND 固态硬盘产品在时延性能上往往与 DRAM 内存有着上百倍的差距,这一巨大缺口需要一种全新的存储产品来予以填补。

视频直播场景



视频点播场景

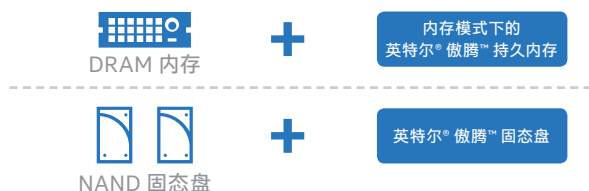


图三 不同业务场景对 CDN 节点缓存系统的需求

另一项亟待开展的优化是提升 CDN 节点中的索引性能。当 CDN 节点出现断电、宕机等意外情况时，索引数据的恢复速度将直接影响 CDN 服务的连续性和可用性。因此，中国电信需要寻找一种兼顾性能、容量和非易失性的存储产品，来为索引服务提供更有力的性能保证。

借助英特尔® 傲腾™ 产品组合，打造大容量、高性能 CDN 缓存系统

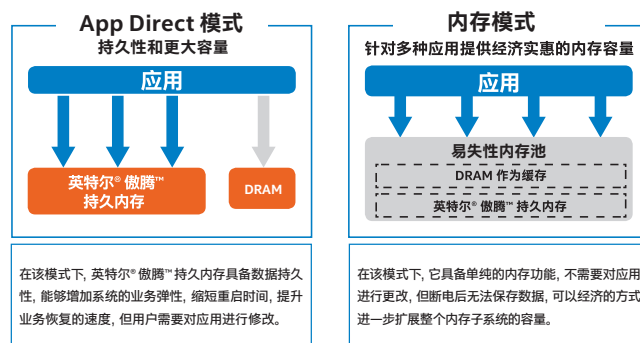
针对 CDN 节点缓存系统优化的不同需求，如图四所示，英特尔为其内存级和固态硬盘级缓存分别提供了英特尔® 傲腾™ 持久内存、英特尔® 傲腾™ 固态硬盘两种先进产品，帮助中国电信打造大容量、高性能的 CDN 节点缓存系统。



图四 依托英特尔® 傲腾™ 产品组合实施 CDN 缓存系统升级

内存模式下的英特尔® 傲腾™ 持久内存，带来高性能、大容量的内存扩展

作为全新的内存产品，英特尔® 傲腾™ 持久内存基于创新的存储介质以及字节寻址能力，具备接近传统 DRAM 内存的性能。而在卓越的性能表现之外，如图五所示，英特尔® 傲腾™ 持久内存还为客户提供了内存模式和 App Direct (AD) 模式，应对不同业务场景中的需求。



图五 英特尔® 傲腾™ 持久内存的两种应用模式

内存模式下的英特尔® 傲腾™ 持久内存，能通过与 DRAM 内存的配合使用，以内存和存储的分层架构来优化工作负载的性能，从而帮助 CDN 节点中的内存级缓存在保持既有性能水平的前提下，以低成本的方式获得巨大的容量增幅。以本方案中验证的英特尔® 傲腾™ 持久内存 100 系列为例，其单模组容量最高可达 512GB，在与 DRAM 内存进行组合后，可帮助缓存系统获得 6TB 的内存总容量。

而全新到来的英特尔® 傲腾™ 持久内存 200 系列，在继续提供 512GB 的单模组容量外，可与双路平台的第三代英特尔® 至强® 可扩展处理器相配合，在提供 3200MT/S 内存带宽的基础上，实现单颗 CPU 高达 4TB 的英特尔® 傲腾™ 持久内存容量，以及在双路服务器上 8TB 的内存总容量，可帮助天翼云 CDN 在应对大规模热门数据请求时更加游刃有余³。

英特尔® 傲腾™ 固态硬盘有效弥补高性能与大容量缓存间的缺口

一直以来，DRAM 内存和 NAND 固态硬盘都在 CDN 节点缓存系统中充当高性能计算与大容量存储之间的性能缓冲区。随着缓存数据规模以及性能要求的不断提升，DRAM 内存和 NAND 固态硬盘之间的性能差距也越来越大，甚至在一些场景中造成用户体验问题。

英特尔® 傲腾™ 固态硬盘是弥补这一性能缺口的良好选择。与传统 NAND 固态硬盘相比，方案中测试验证的英特尔® 傲腾™ 固态硬盘 P4800X 表现出以下优势：

- **更强性能表现：**可实现 55 万次的随机读取/写入 IOPS 性能，读取/写入延迟可低至 10 微秒；

- **更好的一致性:** 可在 CDN 的缓存加速工作负载中提供一致性表现, 即产品能够始终运行在更低队列深度, 从而保持性能最优;
- **更长使用寿命:** 得益于领先的存储介质与工作模式, 英特尔® 傲腾™ 固态硬盘的使用寿命可比传统 NAND 固态硬盘延长数十倍⁴。

更值得一提的是, 随着新一代英特尔® 傲腾™ 固态硬盘 P5800X 的到来, 其以全新的架构设计和性能升级, 可以在以上几个维度中提供更强的性能表现。例如, 其具备读写双通道, 在任何工作负载下数据写入和读出的性能相互不影响, 4K 混合读写可以达到 180 万 IOPS (基于 PCIe 4.0)⁵。

优化方案性能验证, 符合预期

为验证内存模式下的英特尔® 傲腾™ 持久内存与英特尔® 傲腾™ 固态硬盘的产品组合, 为天翼云 CDN 节点缓存系统带来的存储性能提升, 英特尔与中国电信一起开展了多方位的测试。

针对英特尔® 傲腾™ 持久内存的加速能力验证, 方案启动了一个压力测试进程, 如表二所示, QPS (Query Per Second, 每秒请求数) 设置为 2600, 内存命中算法配置为 CLFUS, 并采用了不同数据请求场景:

缓存产品	测试文件量	存储使用量	传输时延	首字节平均时延
纯 DRAM 内存 (384GB DRAM)	300GB (使用 500MB 数据模拟)	307.5MB	0.8 毫秒	0.67 毫秒
内存模式下的英特尔® 傲腾™ 持久内存与 DRAM 内存组合 (192GB DRAM + 1TB 持久内存)	300GB	585.7GB	1.2 毫秒	0.52 毫秒
内存模式下的英特尔® 傲腾™ 持久内存与 DRAM 内存组合 (192GB DRAM + 1TB 持久内存)	500GB	699.9GB	1~8 毫秒	1.34 毫秒

表二 英特尔® 傲腾™ 持久内存加速能力测试结果⁶

从测试结果可以看到, 当测试文件量为 300GB 时, 在内存模式下的英特尔® 傲腾™ 持久内存与 DRAM 内存的组合模式中, 测试数据大多已被存储在英特尔® 傲腾™ 持久内存中, 首字节平均时延和传输时延两项指标与纯 DRAM 内存模式不相上下。而当测试文件量为 500GB 时, 纯 DRAM 内存模式已因容量受限而无法满业务场景对延迟的要求, 而此时内存模式下

的英特尔® 傲腾™ 持久内存与 DRAM 内存的组合仍然有着满足中国电信预期的性能表现。

针对英特尔® 傲腾™ 固态硬盘的加速能力验证, 如表三所示, 方案同样也启动了一个压力测试进程, 并就不同的 QPS 模拟请求 1200 个 10M 文件。

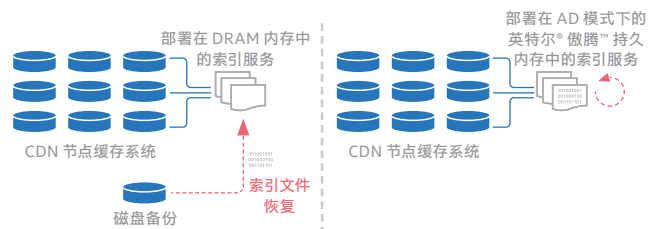
测试用例	带宽	整体时延 (毫秒)	首字节时延 (毫秒)
只读 200 QPS	16Gbps	15	1.7
只读 400 QPS	32Gbps	20	2.6
只读 480 QPS	36Gbps	40-80	9.75

表三 英特尔® 傲腾™ 固态硬盘加速能力测试结果⁷

从测试结果可以看到, 英特尔® 傲腾™ 固态硬盘在不同的 QPS 请求下都获得了良好的带宽表现; 在整体时延以及首字节时延性能指标上, 也符合中国电信的预期, 堪为 CDN 节点优化缓存性能的绝佳选择。

依托英特尔® 傲腾™ 持久内存的大容量与持久性, 打造更优索引能力

中国电信通常会将索引服务部署在天翼云 CDN 节点内存数据库, 来为其服务提供高性能的索引能力。如图六左侧所示, 当 CDN 节点出现断电、宕机等意外时, 传统 DRAM 内存易失性的特点, 使其需要从磁盘备份中重新读取索引文件。受限索引文件数量、大小以及磁盘性能, 这通常会带来分钟的服务停顿, 严重影响用户体验。



图六 部署在不同存储设备中的索引文件恢复方式

为有效解决这些问题, 中国电信引入英特尔® 傲腾™ 持久内存, 采用其 AD 模式, 一方面为 CDN 节点提供高密度的内存容量, 且保持卓越性能; 另一方面如图六右侧所示, 基于其持久性特征, 保障系统即使发生断电或重启, 数据仍会保留。

通过英特尔与中国电信一起开展的测试,有效证明了索引部署在 AD 模式下的英特尔® 傲腾™ 持久内存中时具有显著优势。测试显示,AD 模式下的英特尔® 傲腾™ 持久内存与传统 DRAM 内存相比,各项性能差值均在中国电信的预期范围内;在中国电信最关注的索引恢复速度上,英特尔® 傲腾™ 持久内存加载耗时与传统模式相比,从 220 秒减少至 12 秒以内,下降幅度多达 18 倍以上⁸,大幅提升了 CDN 服务的连续性和可用性。

展望

5G 时代的到来使视频点播、直播等互联网服务蓬勃发展,在为用户提供高品质服务体验的同时,也对 CDN 服务能力提出更高的要求。而中国电信与英特尔面向 CDN 节点缓存系统以及索引

能力携手开展的优化,已被证明可以显著提升其服务效能,能够在有效控制成本的前提下,为视频点播、直播及其它互联网服务提供更强劲的高等级缓存加速能力,满足更多热点数据的分发加速需求。

面向未来,双方还计划在 CDN 服务等开展更多的交流合作与探索,例如将新一代英特尔® 傲腾™ 持久内存产品引入优化方案;以及进一步扩大固态硬盘级缓存的规模,引入更多 NVMe 英特尔® 固态硬盘产品来提升整体性能表现等,进而通过打造兼顾性能、成本和可用性的 CDN 服务,为用户提供更优的互联网体验。



¹ 数据援引自公开媒体报道: <http://www.cww.net.cn/article?id=407626>

² 数据援引自 Mordor Intelligence 报告: CONTENT DELIVERY NETWORK (CDN) MARKET - GROWTH, TRENDS, COVID-19 IMPACT, AND FORECASTS (2021 - 2026), <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/content-delivery-market>

³ 更多英特尔® 傲腾™ 持久内存信息, 请参阅英特尔官网: <https://www.intel.cn/content/www/cn/zh/customer-spotlight/cases/achieve-insight-data-intel-optane.html>

⁴ 更多英特尔® 傲腾™ 固态硬盘 4800X 信息, 请参阅英特尔官网: <https://www.intel.cn/content/www/cn/zh/products/docs/memory-storage/solid-state-drives/data-center-ssds/optane-ssd-dc-p4800x-p4801x-brief.html>

⁵ 更多英特尔® 傲腾™ 固态硬盘 5800X 产品信息, 请参阅英特尔官网: <https://www.intel.cn/content/www/cn/zh/customer-spotlight/cases/welcome-storage-media-revolution.html>

⁶ 测试配置: 对比组: 双路英特尔® 至强® 金牌 6252 处理器, 主频 2.10GHz, 24 核心 48 线程, 内存: 192GB DRAM; 存储: 2 * SATA NAND 固态硬盘 480G + 7 * 英特尔® P4320 QLC 固态硬盘 7.68T; 网络适配器: 2 * 25Ge; 测试组: 处理器: 双路英特尔® 至强® 金牌 6252 处理器, 主频 2.10GHz, 24 核心 48 线程, 内存: 192GB DRAM + 8 * 128GB 英特尔® 傲腾™ 持久内存 (内存模式); 存储: 2 * SATA NAND 固态硬盘 480G + 7 * 英特尔® P4320 QLC 固态硬盘 7.68T; 网络适配器: 2 * 25Ge;

⁷ 测试配置: 测试组: 处理器: 双路英特尔® 至强® 金牌 6252 处理器, 主频 2.10GHz, 24 核心 48 线程, 内存: 192GB DRAM; 存储: 2 * SATA NAND 固态硬盘 480G + 2 * 英特尔® 傲腾™ 固态硬盘 P4800X 750G + 7 * 英特尔® P4320 QLC 固态硬盘 7.68T; 网络适配器: 2 * 25Ge;

⁸ 测试配置: 对比组: 处理器: 双路英特尔® 至强® 金牌 5218 处理器, 主频 2.30GHz, 16 核心 32 线程, 内存: 384GB DRAM; 存储: 2 * 1.2TB SAS + 4 * 960GB NAND 固态硬盘 + 8 * 6TB SATA 硬盘; 网络适配器: 4 * 10Ge; 测试组: 处理器: 双路英特尔® 至强® 金牌 6252 处理器, 主频 2.10GHz, 24 核心 48 线程, 内存: 192GB DRAM + 8 * 128GB 英特尔® 傲腾™ 持久内存 (AD 模式 200G, 内存模式: 824G); 存储: 2 * SATA NAND 固态硬盘 480G + 7 * 英特尔® P4320 QLC 固态硬盘 7.68T; 网络适配器: 2 * 25Ge;

实际性能受使用情况、配置和其他因素的差异影响。

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。

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。