

NBASE-T 以太网技术 IEEE 802.3bz 标准的基础

概述

十年来,企业网络访问层的配备已能满足其大部分 1000BASE-T 以太网的吞吐量需求,但这项全能技术已经濒临淘汰。变革的主要催化剂在 Wi-Fi 领域。IEEE 802.11ac Wave 1 和 Wave 2 标准的迅速采用和自带设备 (BYOD) 策略粉碎了 1000BASE-T 以太网的 1Gbps 吞吐量屏障。而且还有越来越多的数据密集型用例,例如企业校园-大学研究、医疗成像、CAD/CAM 和媒体编辑-需要超 1Gbps-这样即使 1000BASE-T 仍未结束,也到了清算的时候了。

为客户寻求千兆以太网之外的吞吐量的企业面临着一个真实的问题:当今全世界大部分已安装的基础设施中的传统 5e/6 类布线的 1Gbps 的限制。利用 10GBASE-T 所需的更新的 Cat6a 布线重新配备建筑不失为一种选择,但对于部分企业来说会导致过高的破坏性和高昂的成本。新的 IEEE 802.3 修订版 802.3bz 将通过在传统 Cat5e/6 布线上实现 2.5Gbps 和 5Gbps 的数据速率解决该问题。新标准的制定正在进行中,预计将于 2016 年秋完成。但追求超 1Gbps 速度的用户越来越多,所以这个速度还不够快。

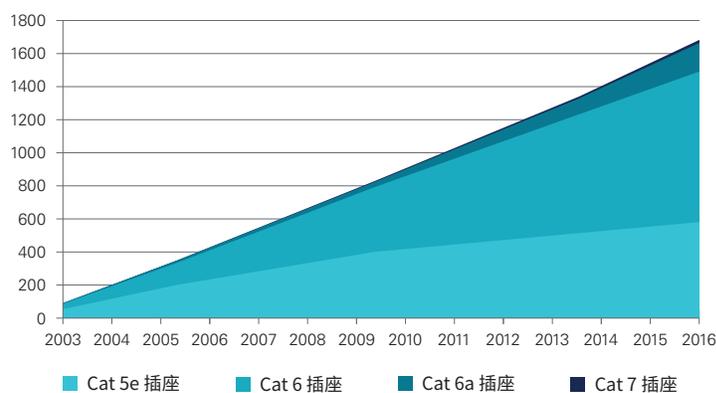
为解决对超 1Gbps 速度的迫切需求,在完成 IEEE 802.3bz 标准之前,NBASE-T Alliance 这个由代表着生态系统各个方面的 45+ 产业领袖组成的联盟在制定 IEEE 的过程中同时制定预标准规范和产品。利用 NBASE-T 规范,用户现在即可开始部署 2.5GBASET/5GBASE-T 技术。NBASE-T 公司中的个体是制定 IEEE 过程中每个阶段的关键要素。所以,802.3bz 标准草案的基础是与 NBASE-T 规范类似的技术基础。因此,当 IEEE 标准获批后,终端用户将可以无缝过渡到该标准。

瓶颈

和通常一样,在旧生态系统中提高吞吐量和速度会遭遇瓶颈。在企业网络的访问层,这个瓶颈是 Wi-Fi 接入点 (AP) 或客户端设备和交换机之间的 5e/6 类双绞线布线。2014 年,全球约 90% 的企业访问链路使用 Cat5e 或 6 布线。在开发 NBASE-T 技术之前,将 100 米的数据速率限制为 1Gbps,这是有效利用更高速率 802.11ac Wave 2 接入点的障碍。

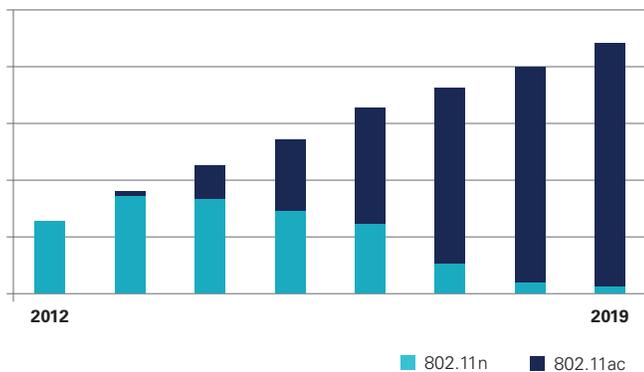
将线缆更换为新的 Cat6a,或者符合 10GBASE-T 标准的更好的线缆是消除这个瓶颈的一种方式。但是,虽然 Cat6a 是未开发地区部署的可选方式,但对旧基础设施来说却有很大的可行性问题。更换线缆不仅会中断运营,也会产生高昂的成本。一根新线的成本支出约 200 到 800 美元,校园中改装上百接入点的成本很容易达到数十万美元。鉴于 Cat5e 和 Cat6 有庞大 (1.3B) 的安装基础,Cat6a 的普及还需要一段时间 (图 1)。

图 1:按照类别已安装以太网布线(百万插座)来源:BSRIA



1Gbps 瓶颈的紧迫压力显而易见而且越来越大。2Gbps 802.11ac Wave 1 的迅速采用,以及紧随其后的 6.9Gbps Wave 2 带来了增长迅速、毫无耐心的无线市场,这无疑又是一大压力。2015 年,约 40% 的企业接入点装置支持 802.11ac。到 2017 年这一数字有望提高到 75%。此外,802.11ac Wave 2 预期将增长迅速并于 2019 年超过 Wave 1 (图 2)。虽然更加强大的 BYOD Wi-Fi 设备-最新智能手机、平板或可穿戴技术-的增长是主要驱动因素,但需要传输大量数据的现有医疗、成像、媒体、教育和研究密集型企业也受到 1Gbps 的限制。

图 2:企业接入点分割量
来源: Dell' Oro Group 无线 LAN 5 年预测 2015 年 1 月



2.5G/5GBASE-T 的潜在范围已经不再适应企业环境的要求,虽然升级较小规模的网络可能不是那么迫切。有需要时,当然可以在家用网络服务器中添加 NBASE-T 接口。游戏领域已经推出了此类产品。鉴于日益增长的数据密集型和富媒体内容,宽带部署总有一天会打破 1Gbps 的障碍。但是和许多技术进步一样,NBASE-T 技术很可能先在企业环境中得到应用,因为需求更加迫切,也更容易确定部署的成本和资源。然后会有组织地扩展到有线服务提供商和其他市场。

通过协作弥补标准之间的空白

2014 年,网络产业领袖们认识到有多个因素共同造成了以太网技术市场中越来越大的空白。此时,IEEE 以太网标准旨在提高到 25 Gb、100 Gb 以及更高。虽然对 1-10 Gb 的需求越来越明显和迫切,但标准机构并未解决 2.5G/5GBASE-T 领域的问题。即使已经批准且存在一个 10GBASE-T 标准,但相关的线缆升级对现有企业来说是个障碍。

这些产业领袖们明白现在迫切需要一种中间以太网速度,所以需要发布一种可以即时实施的规范。2014 年年末,企业基础设施领域有诸多公司集合到一起制定新标准以提供可以立即投入生产的规范。为了填补 1000BASE-T 和 10GBASE-T 以太网标准间的空白,Aquantia、Cisco Systems、Freescale 和 Xilinx 组成了 NBASE-T Alliance。这个集团的活动目标就是开发 2.5G/5GBASE-T 规范和产品,以及帮助制定 IEEE 802.3 标准。该年秋天开始 802.3bz 流程后,联盟成员公司中的个体成为关键因素,并在各个阶段持续做出贡献。2015 年年末,该联盟已增长到超过 45 个成员,代表着网络生态系统的整个频谱-接入点、以太网交换机、存储和计算、以及支持成分技术,例如物理层 IC (PHY)、处理器、连接器、控制器、交换机、FPGA、以太网供电 (PoE) IC、线缆和测试设备。成员公司要么积极参与开发 NBASE-T 规范或产品,要么在布线或测试设备等相关领域工作。

借助联盟的活动和其他产业元素的贡献,IEEE 802.3bz 进展非常迅速。2014 年 10 月到 2015 年 5 月间,进展极快,从最初的意向征集发展到研究组阶段,再到特别小组起草规范的工作。2015 年 5 月,802.3bz 特别小组采用了与 NBASE-T 规范一致的技术基准。2015 年年末,802.3bz 规范在技术上接近完成,且仍然与 NBASE-T 规范一致。每个阶段都迅速形成共识,而 802.3bz 特别小组已经将目标完成日期定在了 2016 年 9 月。

从最初开始,制定一个可以实现 2.5GBASE-T 和 5GBASE-T 以太网多供应商互操作性的标准就是 NBASE-T Alliance 共同努力的目标。在超过 45 个产业成员的支持下,NBASE-T Alliance 成为为 802.3bz 定义和开发技术意向和基准、为需要的组织提供预标准开发和部署的中坚力量。

NBASE-T 和标准

NBASE-T 提供与 802.3bz 标准一致的 2.5 和 5 Gb 以太网 PHY 规范和产品。这些努力的唯一目的就是让标准出台之前开发的解决方案完全兼容或只需升级软件即可兼容最终获批的标准。NBASE-T 技术的关键属性有：

- 在 Cat5e/6 或更好的线缆上支持全双工 2.5G/5G 速率(多速度设备上通常支持的速率, 例如 100M/1G/2.5G/5G/10G PHY)
- 在广泛的产品系列中, 功率和成本是可扩展的
- 代表 802.3bz 功能的超集, 增加在不兼容的布线设施上出现性能问题时可用的“降档”功能
- 所有数据速率兼容 PoE、PoE+、UPoE 和节能以太网
- 扩展以太网自动协商以增加新 2.5G/5G 数据速率。

建立的 10GBASE-T 标准是 NBASE-T 和 802.3bz 的技术基础。截至 2015 年 11 月, 三者中虽然有部分功能不同, 但许多功能是相同的。值得一提的功能有 NBASE-T PHY PCS/PMA、自动协商、PHY/MAC 接口和链路段。

PHY PCS/PMA

NBASE-T 物理编码子层 (PCS) 规范的基础是 IEEE 10GBASE-T PCS 和物理介质附加 (PMA) 标准。但为支持新 2.5Gbps 和 5Gbps 数据速率需要做一些调整：

- 为了兼容 5Gbps 和 2.5Gbps 数据速率, 时钟分别需要扩展 1/2 和 1/4
- 为保护所有位和提高 2.5G/5Gbps 速率的性能, NBASE-T 低密度奇偶校验 (LDPC) 已完全编入
- NBASE-T 规范提供了 LDPC 错误校正功能, 而非 10GBASE-T 使用的简单的 CRC-8 错误检测
- NBASE-T LDPC 也未部署 DSQ128 编码, 而是使用 PAM-16 调制的完整网络传输 LDPC 位

802.3bz 中的 PCS 层的技术基础与 NBASE-T 规范的完全相同, 所以可以保证无缝兼容。

自动协商

自动协商使不同以太网标准的设备能够在同一网络上共存。这可减少因技术不兼容造成的网络中断。802.3bz 之前的 IEEE 802.3 标准不支持 2.5Gbps 和 5Gbps 自动协商。NBASE-T 解决方案通过扩展第 55 条中说明的最新 10GBASE-T 方案执行自动协商, 只有一点不同。NBASE-T 自动协商引入了一个组织唯一标识符 (OUI) 标记消息 (定义见 802.3-2012 附录 28C.6), 可报告 NBASE-T PHY 功能、NBASE-T 5G 模式和 NBASE-T 2.5G 模式。NBASE-T PHY 发送 Base、Next 和 Extended 页面。消息页面含有 IEEE 向 NBASE-T Alliance 分配的 OUI 0xFA073E。OUI 页面之后是未格式化消息页面, 含有 NBASE-T 功能。OUI 标记消息和未格式化消息页面封装在一个扩展消息页面和一个扩展未格式化页面中, 如 802.3-2012 附录 28C 所述。无论 802.3bz 做什么, 此机制都将独立运行。IEEE 802.3bz 获批后, NBASE-T 系统将通过固件升级支持新标准的自动协商功能。

PHY/MAC 接口

IEEE 802.3 将 PHY 和 MAC 之间的 10 Gb 介质无关接口 (XGMII) 定义为逻辑接口而非物理接口。802.3bz 标准与此类似。802.3bz 规范将 PHY-MAC 接口的实体设计留给业界定义。由供应商定义的实际 MII, 其中最常见请见 Cisco Systems 规范, 分别为串行千兆 MII 和四元串行千兆 MII 的 SGMII 和 QSGMII。这些接口可在一个串行化器/并行化器 (SerDes) 上实现多个数据速率和多个端口。NBASE-T Alliance 根据这些规范发布了 PHY/MAC 接口规范, 目标是加速系统部署。只需对 SerDes 锁相回路 (PLL) 做极少的重新配置, 数据速率在网络接口上发生变化时即可提高汇聚速度。因为 SGMII 和 QSGMII 不支持 2.5Gbps 或 5Gbps 数据速率, 所以 Cisco Systems 还定义了通用串行 XGMII (USXGMII) 供 NBASE-T 产品开发使用。在 10.3125 Gbps 上运行的一个 SerDes 上, USXGMII 支持 100M、1G、2.5G、5G 和 10Gbps 数据速率。为了优化成本, USXGMII 也可在 5Gbps 上运行, 同时支持 100M、1G、2.5 和 5G 流量。

链路段

IEEE 802.3bz 的链路段定义了两个端点之间的线缆和 RJ45 连接器的端接要求。该规范包含了链路段四根双绞线之间和相邻线缆之间的链路带宽、插入损耗、回波损耗和串扰 (如外部串扰)。NBASE-T Alliance 制定了 2.5/5Gb 链路段规范, 后来将这些规范提供给 802.3bz 特别小组。这项重要的工作被纳入 802.3bz 规范。NBASE-T 成员公司也是 TIA TR42.7 和 ISO/IEC SC25 WG3 技术报告的主要撰稿人, 其中说明了如何将 2.5GBASE-T 和 5GBASE-T 用于已安装的 5e 类和 6 类布线。

满足迫切需求

在现实世界中，产品开发是在标准出台后发生的。如果无法实现这种情况，最好的解决方案就是由有影响、动机和相互依赖性的产业领袖填补标准出台前的空白，确保中间解决方案可以兼容、或者通过软件升级可以兼容获批后的标准。例如 2.5GBASE-T 和 5GBASE-T 就存在空白。产业领袖挺身而出在生态系统中培养早期共识和互操作性，为加速标准进程和保证标准出台前开发的产品的兼容性打下了重要基础。

考虑到旧基础设施对 1000BASE-T 和 10GBASE-T 以太网之间的数据速率的明显需求，配备即时应用的 2.5 和 5 Gb 以太网成为当前网络标准的关键补充。NBASE-T Alliance 在确定这种需求方面发挥了重要作用，为顺利采用可行标准打下了坚实基础，并提供了标准出台前的规范和产品，它们将兼容或通过软件/固件更新即可兼容获批后的标准。正因为这些努力，受千兆以太网限制的企业得以自信并以节省成本的方式在现有线缆基础设施上使用两倍至五倍的数据速率。

© 2016 NBASE-T Alliance, Inc. 保留所有权利。严禁未授权使用。

本文档中的 NBASE-T™、NBASE-T AllianceSM 和所有 NBASE-T 标志都是 NBASE-T Alliance, Inc. 或其许可方在美国和其他国家/地区的已注册/未注册商标、服务标记和/或认证标记。保留所有权利。严禁未授权使用。本文档中的其他名称、标记和标志均为相应所有者的商标和/或服务标记。

规格和内容如有更改，恕不另行通知。



3855 SW 153RD DRIVE
BEAVERTON, OR 97003
USA
WWW.NBASET.ORG

NBASE-T Alliance 是一家全行业的合作组织，主要目标是支持 2.5G 和 5GBASE-T 以太网产品的开发和部署。该联盟发布规格、实施互操作性和认证程序，促进共识的形成以确定 IEEE 802.3bz 标准。