



白皮书

适合机器视觉应用的高速 10 GigE 相机

应用优势以及对系统架构的要求

符合 GigE Vision® 标准的 10 GigE 相机集成简单，带宽 1.1 GB/s，非常适合高分辨率和高数据吞吐量的应用。借此，相机能够满足当下图像处理领域日益增长的应用需求。本白皮书介绍了 10 GigE Vision® 标准的优势，并提供关于系统架构的建议。

目录

1 引言	3
2 10 GigE Vision®	3
2.1 电缆	3
2.2 其他接口标准	3
2.3 兼容性和可靠性	4
2.4 传输速度和时延	4
2.5 IEE1588 PTP	4
2.6 “多点传送”	4
2.7 成本	4
2.8 向前和向后兼容性	4
3 主机系统要求	4
4 总结	5
5 作者	6

1 引言

在机器控制或质量保证领域，图像处理系统已然不可或缺。与此同时，图像处理系统还必须满足主要由新的传感器功能和高处理能力的主机系统所提出的更高要求。以前，VGA 分辨率 (640×480 px) 就够用了，而现在的应用需要高清 (1920×1080 px) 及以上的分辨率，甚至高达 5000 万像素的传感器也只是标配。在对分辨率提出更高要求的同时，还需要在全面的最终检测过程中提高机器速度。这就要求相机具备更高的帧率。更高的分辨率和帧率都会直接占用相机和主机系统之间的带宽。如果在此类应用中使用 GigE Vision® 接口，整个图像处理系统的性能因其容量而受到限制。对此，带宽 1.1 GB/s 的 10 GigE 接口堪称理想解决方案——既可满足日益增长的需求，又能继续利用在成熟且广泛使用的 GigE 接口方面所积累的知识 and 经验。

2 10 GigE Vision®

通过 10 GigE Vision® 标准，可在主流工业图像处理应用中使用高分辨率传感器并实现高帧率。即使带宽提高 10 倍至 1.1GB/s，成熟的通用 GigE Vision® 标准仍然支持新一代应用。

2.1 电缆

10 Gb 连接中所用的标准铜缆 (Cat 6、Cat 6a 和 Cat 7) 支持长达 100 m 的传输距离。具体而言，Cat 6 电缆的传输距离长达 55 m，Cat 6a 或 Cat 7 的更长。光纤的抗电场和抗电磁场干扰能力强，即使在干扰严重的环境中也能显著延长传输距离并确保可靠的数据传输。10 GigE 支持以太网供电 (PoE+)，降低了相机连接的成本。同时，由于连接相机所用的电缆数量减少，潜在的系统错误更少。

2.2 其他接口标准

过去，Camera Link® 或 CoaXPress 等标准是解决对带宽要求较高的应用的传统方法。然而，由于需要图像采集卡和预装电缆，此类标准成为一种复杂且成本高昂 (在采购和系统集成方面) 的解决方案。

所以，不建议在主流应用中使用它们。此外，由于必须使用图像采集卡，无法充分满足在基于 ARM® 的小型电路板上运行“边缘计算”等新开发功能的要求。

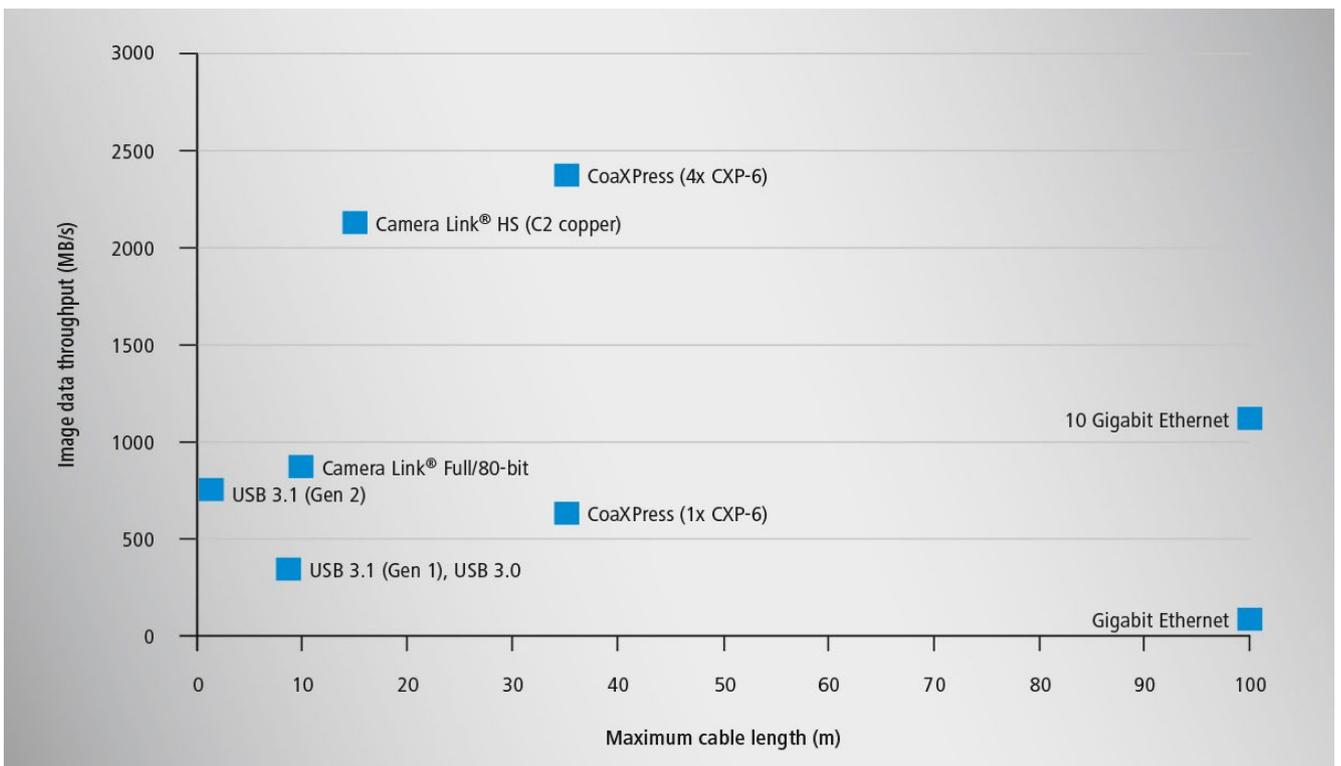


图 1: 不同接口的图像数据吞吐量与最大电缆长度概览

2.3 兼容性和可靠性

多年来，大型数据中心一直在使用 10GigE，这意味着这是一项成熟的技术。如今，许多厂商提供通过测试的高品质网络组件，如交换机和适配卡。这些常用产品现可直接应用于工业图像处理环境，不存在“尝新者”发现的典型缺点。

2011 年提出的 GigE Vision[®] 2.0 标准就对 10GigE 进行了描述。但是，它对第 1 版的修改小到可以忽略不计，因此符合 GigE Vision[®] 1.0 标准的相机完全可以通过 10GigE 运行。由于相机完全不受物理 Ethernet 接口的影响，因此在集成时无需更换应用软件。在图像处理应用中，必须确保运行稳定可靠。为了执行所需的检测任务，主机必须全天候接收所有单幅图像。为此，10GigE 采用 GigE Vision[®] 标准中已有的“数据包重传”功能，以便可选择地重复发送丢失的数据包（“前向纠错”）。

2.4 传输速度和时延

使用 10GigE 最大的好处无疑是传输速度更高：带宽 1.1 GB/s，数据传输速度是 GigE Vision[®] 的 10 倍，比 Camera Link[®] Full 快 35%。除了带宽高外，时延（即主机从发出请求到接收到响应之间的延迟）也得到了显著改善。具体而言，相较于标准时延为 50-125 μ s 的 GigE 系统，10GigE 的时延仅为 5-50 μ s。

2.5 IEEE1588 PTP

精确的时间同步在多相机系统中至关重要，而且随着“工业 4.0”和物联网 (IoT) 的广泛使用，其重要性也与日俱增。因此，IEEE1588 精确时间协议 (PTP) 对于 10GigE Vision[®] 等以太网标准不可或缺。通过 PTP，可在几百纳秒内实现各种系统组件的同步，并显著减少抖动。

2.6 “多点传送”

作为一种网络标准，GigE 具备许多在高帧率下特别重要的功能，如“多点传送”——它能让以太网客户端向多个接收器发送数据包，简化多个主机系统的处理能力分配（例如，指定一个系统检测图像特征，指定另一个系统进行图像归档或监控）。

2.7 成本

从一开始，10GigE 就是作为一种无需图像采集卡的低成本标准而设计的。很多厂商提供的高性能标准网络适配

器（多达 4 个端口）都支持 10GigE 标准，并且价格便宜。另外，只需要使用普通铜缆，既便宜又可以在现场轻松组装。与其他接口相比，10GigE 接口支持在客户现场单独组装电缆，从而降低系统成本，大幅减少库存。此外，一旦出现错误，还能立即在现场轻松更换电缆。它还有一项降本优势：兼容 GenICam[™]，因此可广泛应用于图像处理行业，通过不同的配置轻松满足特定应用场景的各种个性化要求。凭借多年的丰富经验，我们还针对客户定制化软件项目进行可靠估算，以显著降低实施风险。

2.8 向前和向后兼容性

通常情况下，以太网的传输带宽受限于传输速度最慢的网络组件（如网络适配器、交换机、路由器、相机）。出于向后兼容性的考虑，10GigE Vision[®] 也是如此。投资新技术意味着投资未来。基于以太网升级的 10GigE 必须保持对现有知识的可访问性，以支持未来版本。10GigE 于 2010 年问世，此后以太网标准取得了长足发展。如今，全世界的数据中心都已运行 40GigE 网络，而 100GigE 的开发也在不断推进。在谷歌等互联网巨头的推动下，通过 TbE（太比特以太网）不断提速成为时下热议的话题。

3 主机系统要求

在选择主机时，必须考虑到高传输速率和全天候传输所有图像数据的要求。即使是处理主机系统的短暂中断，例如并行或后台进程造成的中断，也会致使数据包丢失，从而可能导致图像丢失（最坏的情况）。对此，整个组件链是否能够处理数据量高达 10GigE 的数据流至关重要。以 10GigE 全带宽在配备 i7-7820X 处理器的系统上进行的测试表明，接收图像约占整体处理能力的 5%。当然，也可选用其他处理器，但 i7-7820X 在性价比、时钟频率和超频方面享有优势。此外，系统内存也必须能达到所需的带宽。DDR3-1866 内存模块的最大数据传输速率为 14.9 GB/s。不过，消耗内存的除了图像传输之外，还包括其他进程和操作系统本身，因此在进行系统配置时，必须始终考虑内存带宽。网卡也会影响系统最大带宽，此处所用的是 PCIe 总线。

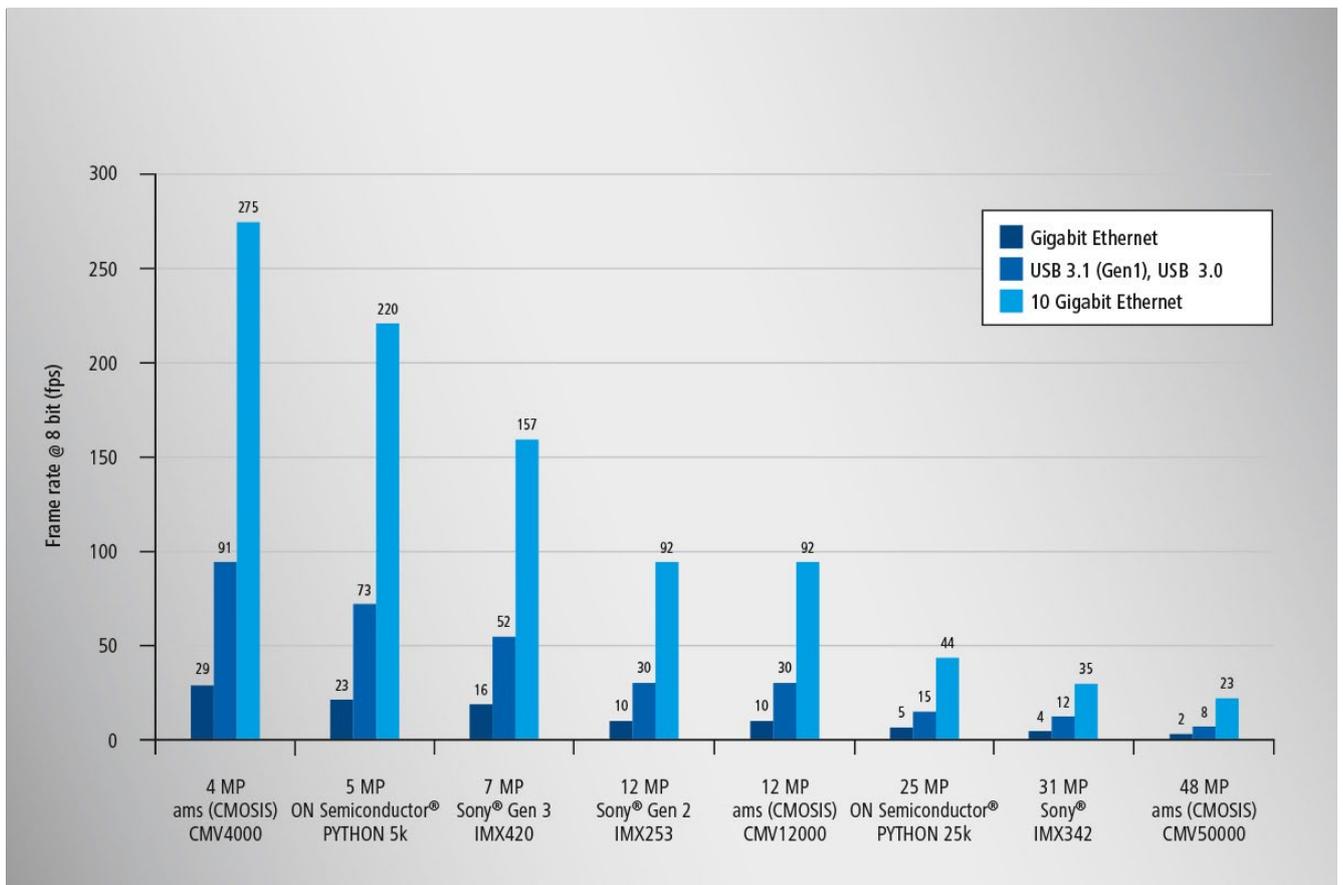


图 2：不同传感器和接口的帧率概览

PCIe 有第 1 代到 4 代不同的级别和 1-16 个通道的带宽可供选择，这可能比较复杂，容易造成混淆。因此，所安装网卡的插槽应在第 3 代及以上的 PCIe 上运行，并提供 4 个通道的带宽。插槽应不借助芯片组直接连接 CPU。通常，主手册会介绍不同 PCIe 插槽的属性。由操作系统后台运行的进程通常会导致传输错误。防病毒软件和索引服务引发的突发事件对整个系统的性能有很大影响，所以也必须将其考虑在内。

4 总结

以 10GigE 带宽进行数据处理无疑是一项挑战，但借助标准网络组件可轻松克服。10GigE 得到很多厂商支持，价格实惠和灵活性高，使得在高速图像处理中部署 10GigE 相机（如堡盟 LX 或 QX 系列）成为可能。TbE 的最新发展趋势表明，新的以太网标准将具备满足未来要求的带宽和向后兼容性，以将过去的经验和知识融入新一代机器视觉技术中。

5 作者



Peter Felber

产品管理

Baumer Optronic GmbH

Badstrasse 30

DE-01454 Radeberg

Phone +49 3528 4386 0

Fax +49 3528 4386 86

堡盟集团

堡盟集团在传感器、编码器、过程仪表以及视觉技术的研发和生产方面始终走在时代前沿。堡盟将创新技术和面向客户的服务融入到工厂及过程自动化智能解决方案之中，并提供一系列出色的技术与产品。作为一家家族企业，堡盟集团拥有约 2700 名员工，在全球 19 个国家设立了 38 家分公司，永远贴近客户。凭借全球一致的高品质标准和杰出的创新能力，堡盟为众多行业的客户提供至关重要的竞争优势以及可观的附加值。

更多信息，请访问：www.baumer.cn。



堡盟电子（上海）有限公司

电话：021 6768 7095

邮箱：sales.cn@baumer.com

网站：www.baumer.com