

USB 3.0视觉系统

创建 USB 3.0 视觉系统 涉及的五大最佳方案

作者：Point Grey公司

如果您正在进行研究工作，并且已经选择 USB3.0 作为下一个视觉应用接口，那么相信本文中提供的一些用于实现流畅、简便系统集成的可遵循的最佳方案，将会有助于您下一个阶段的开发工作，帮助您节省时间和成本。用户在使用 USB 3.0 相机时通常会遇到如下问题：对于 USB 3.0 而言，最佳的笔记本电脑配置是什么？USB 3.0 能支持的最长电缆长度是多少？如何最大化利用 USB 3.0 带宽？USB 3.0 如何用于多相机系统？如何在第三方软件环境下使用 USB 3.0 相机？以上是 Point Grey 在两年多的 USB 3.0 客户支持中所总结出的客户最常遇到的五大问题，下文将分别针对各个问题给出最佳解决方案，供用户参考。

在笔记本电脑上使用USB3.0的最佳方案

很多用户选择 USB3.0 接口，是因为其即插即用的易用性。现在，带有 ExpressCard 插槽的笔记本电脑越来越少，过去曾用这种插槽支持外接卡以实现其他数字接口。用同一根电缆传输数据和电源，使得 USB3.0 相机的使用更加容易，无需额外的硬件。

在移动应用中，您可以将相机直接连接到带有 USB3.0 接口的笔记本电脑上，随后就可以立即使用相机了。然



图1：笔记本电脑上的蓝色USB 3.0接口



图2：Point Grey Grasshopper3 相机具有Micro-B USB 3.0接口、GPIO接口和LED状态指示灯。

而由于电源或电缆长度等问题，很多情况可能并非如此简单。

单一的 USB 3.0 端口设计用于提供高达 4.5W 的电源，虽然 USB3.0 向后兼容 USB2.0，但是两者的供电能力却完全不同。大多数 USB2.0 接口能提供 5V/500mA 或 2.5W 的电源。USB 3.0 和 USB2.0 在供电能力方面所存在的差异，是由于两者在主板设计和所用 USB 主控制器芯片不同所致。需要根据相机的供电要求来考虑

要选择的接口。例如，Point Grey 体积小巧的 Flea3 USB 3.0 CMOS 相机，其平均功耗约为 2.5W；而其高性能 Grasshopper3 USB3.0 相机，采用 Dual-tap 架构 600 万像素 CCD，平均功耗为 4W。为了防止或解决与 USB 接口供电不足相关的问题，用户可以选择能通过 GPIO 接口实现外部供电的 USB3.0 相机（见图 2）。

在选择与笔记本电脑一起使用的 USB3.0 电缆时，也有一些因素需要考虑。大多数 USB3.0 相机厂商提供的电缆长度为 5 米。然而，这些较长的电缆通常是在 PC 机上测试的，而 PC 上使用的是 PCI-Express 主控制器卡。在 PCIe 卡上，物

理 USB3.0 主控制器芯片和 USB3.0 接口紧靠在一起，因此印刷电路板 (PCB) 的“走线”非常短（见图 3）。然而在笔记本电脑上，其主板电路设计比较紧凑，PCB 走线可能会很长。在这种情况下，USB3.0 电缆的长度加上 PCB 走线的长度，可能会导致电缆连接距离太长，并且会出现连接不稳定的现象。因此在这种情况下，最好使用较短的电缆，或者购买适合工业应用的更高质量的电缆。请参阅



图3：图中以紫色突出的是PC主板上的USB 3.0接口和物理主控制器之间的PCB走线。

下一节中有关“为 USB 3.0 延长电缆长度”的更多信息。

延长USB 3.0工作距离的最佳方案

相机和主机系统可能并不总是彼此相邻。许多应用需要较长的电缆将相机连接到 PC 主机。对此，目前市场上存在着多种解决方案，包括无源电缆、有源电缆和光纤延长器。理解这些解决方案之间的差异，是确保采用最可靠且具有高性价比的解决方案的前提。

无源电缆是最常见且具有高性价比的解决方案，其长度通常为 5 米。使用无源铜质电缆延长电缆长度的挑战是信号损失。随着电缆长度的增加，信号损失开始变得显著，进而影响性能。影响信号损失的因素包括电缆设计、电缆材料的选择以及终端连接器。供应商会评估电缆的特性，如共模转换和差分对内延迟差（intra pair skews），以确定适用于 USB 3.0 相机的最佳结构与材料。建议从相机供应商或工业电缆供应商那里购买经过可靠测试的电缆。

随着传输距离的增加，为了保持信号质量，电缆供应商开始在电缆中嵌入硅芯片，创建有源电缆。这种方法允许铜缆的传输距离达到 20 米，并且仍然具有高性价比。然而，随着距离的不断增加，需要在电缆中嵌入更多的硅芯片，使得设计复杂化，并且增加了制造难度。因此，当传输距离达到 20 米或更远时，便应考虑光纤解决方案而不是铜缆解决方案。

光纤延长器包括两个收发器，用于电信号与光信号之间的转换。两个收发器单元通过一根光缆连接，光缆可以携带光信号，但却不能用于供电。由于无法用光缆供电，因此需要一个外部电源为收发器模块和相机供电。大多数厂商将收发器模块与专用的集线器集成在一起，通过对集线器供电来实现对收发器和相机的供电。

虽然可以使用上述任何一种电缆解决方案来延长通信距离，但是理解各解决方案之间的差异，将有助于用户选择最适合自身应用的解决方案，同时使系统的体积最小化、复杂性和成本最低化。

最大化利用USB 3.0带宽的最佳方案

USB 3.0 支持直接内存访问（DMA），最大限度地减少了 CPU 的使用率，这对于高带宽应用而言至关重要。USB 3.0 相机集成高吞吐量成像传感器，例如 Sony IMX174 和 CMOSIS CMV4000，数据输出速率超过 370MB/s，即将超越 USB 3.0 的带宽极限——约 440MB/s。因此，必须采用一台高性能 PC 来接收和处理所有数据。为了避免出现性能瓶颈，PC 组件的选择也是视觉系统设计需要考虑的一个重要方面。

目前市场上存在多种 USB 3.0 主控制器卡。使用较新的 USB 3.0 主控制器芯片组如 Fresco FL1100、Renesas μ PD720202 或 Intel 芯片组的板卡，能够比上一代芯片组提供更高的带宽。如果是对现有的 PC 系统做功能扩展，也需要注意主板的 PCI Express 版本。使用单通道（x1）PCI Express 1.0 接口的系统，不支持 USB 3.0 的完整传输速度。这是笔记本电脑用户经常遇到的问题，因为笔记本电脑通常不对 PCI Express 作详细说明。为了使 USB 3.0 相机在全帧率下运行，要使用 PCIe 1.0 X4 接口（1GB/s）或较新版本的 PCIe，如 PCIe 2.0（每通道 500MB/s）或 PCIe 3.0（每通道 985MB/s）。（见 PCIe 板卡图）如果购买新 PC，集成 Intel 主控制器如 Z77（Ivy Bridge）或 Z87（Haswell）的新的芯片组，通常具有最佳性能。目前，市场上一些平板电脑和笔记本电脑上也使用这些芯片组，如 Microsoft Surface Pro 2。

元件的选择不单单要考虑 USB 3.0 接口。随着数据带宽达到 370MB/s，还必须要确保 PC 的其余组件能够处理大量数据。您可能需要选择一个独立显卡，以便将图像显示功能从 CPU 转移到显卡上。如果您想将大量图像数据保存到磁盘上，则可能要考虑固态硬盘（SSD）或 RAID 阵列。

在高带宽应用环境中部署 USB 3.0 相机时，应该评估成像过程的每个阶段，以确保选择合适的硬件，消除性能瓶颈。

创建包含多台USB 3.0相机的系统的最佳方案

支持 USB 3.0 的主板通常提供 2-8 个 USB 3.0 接口。可以使用 USB



图4: 带有8个USB 3.0接口的主板。



图5: GenICam和USB3Vision标识。

3.0 集线器或 USB 3.0 主控制器卡进一步扩展接口的数量。

USB 3.0 集线器有各种形状和尺寸,其采用不同芯片组厂商的 USB 3.0 集线器控制器。集线器可以插入到 PC 上的 USB 3.0 接口,意味着所有的数据均通过位于主 PC 上的同一个接口,带宽被集线器上的所有接口共享。每个相机的带宽需求被分开单独管理,以避免数据溢出总线导致的数据丢失。大多数 USB 3.0 相机支持带宽控制,从而允许设置相机将消耗的最大带宽。当然,也可以使用具有较新 USB 3.0 集线器主控制器的集线器,相比于上一代控制器,其在整体吞吐量方面具有更好的性能。这些控制器包括 VIA VL812、Genesys Logic GL3520 和 Renesas uPD720210。集线器还能提供一些额外的好处,如增加系统的工作距离。

多端口主控制器卡是为系统增加更多 USB 3.0 接口的另一种方法。这些板卡直接连接到主板上的 PCI-Express 插槽。市场上的大多数板卡是单一控制器卡,其总带宽被卡上的所有端口共享。当然也有一些供应商提供带有多个控制器的板卡,每个端

口与一个主控制器相匹配,从而实现每个端口的完整带宽。然而这些板卡通常需要更大的 PCI-Express 插槽,如具有 4 通道或 8 通道的插槽。

在第三方应用环境下使用 USB 3.0 相机的最佳方案

大多数相机厂商都提供应用程序编程接口 (API) 用于相机的进一步开发。API 通常提供相机控制,但没有图像处理库。您可能想要开发自己的图像处理算法,如光学字符识别 (OCR),或是将相机与第三方供应商的现有图像处理库一起使用。市场上存在着这么多的软件程序包和相机供应商,互操作性需要已经促使了行业的标准化以及相机与软件应用的统一方法,以实现相互沟通。

USB 3 Vision 委员会成立于 2011 年,其目的是为 USB 3.0 相机创建并管理一套控制与传输标准。该委员会希望在现有的 GigE Vision 标准化工作的基础上,建立 USB 3 Vision 标准。GigE Vision 是一项专为以太网相机设计的基础,并根据已经在过去几年获得普及的 GenICam 开发而来。GigE Vision 标准定义了传输和控

制协议,其依靠一个标准的格式命名约定 (SFNC) 利用了 GenICam 的成功,以保持功能及属性命名方面的一致性。

USB 3 Vision 标准于 2013 年 1 月 18 日正式公布,其也使用了 GenICam。这使得相机用户和软件供应商都能受益。从相机方面来看,用户只需要熟悉一些相机属性和控件;在软件方面,软件只需要简单地支持一组标准属性和控件,允许用户使用任何兼容 USB 3 Vision 的相机。一些相机供应商如 Point Grey 已经于 2013 年 8 月开始出货支持 USB 3 Vision 的相机;同样,美国国家仪器和 A & B Software 等软件供应商也发布了支持 USB 3 Vision 相机的软件。

对于不支持 USB 3 Vision 的供应商,可以采用一个专用接口或插件来使用第三方的应用。例如,一些相机供应商提供 Cognex VisionPro AIK 包,其作为供应商 API 和 Cognex API 之间的一个翻译层。

总结

Point Grey 不仅致力于为 USB 3.0 提供最新的传感器技术,而且也希望分享其最佳方案,以帮助用户将 USB 3.0 相机集成到自身系统中。笔记本电脑用户应该选择能通过外部供电的相机,并使用供应商推荐的电缆。选择正确的解决方案延长 USB 3.0 电缆的传输距离,将会降低系统的复杂性和成本。若想建立含有多台相机的系统或最大化利用带宽,则需要考虑整个成像过程,以选择合适的组件,消除性能瓶颈。使用支持 USB 3 Vision 的相机,将确保系统的易用性,避免厂商锁定。☐