



GigE Vision在医疗成像系统设计、成本和临床上的优势

Pleora Technologies Inc.
www.pleora.com

前言

从图像导航外科手术到视觉辅助服务机器人，实时视频将精度及治疗水平提升到新的高度，同时还促使医疗保健服务方式发生根本性变化。然而，随着医疗成像应用的激增以及系统越来越复杂，设计师在提高可用性及削减成本方面所面临的挑战日益增大。

尽管成像系统必须支持日益复杂的分析以加强病患护理，但对于手术室、护理站及医疗保健门诊人员而言，直观易用尤为重要。预算压力通常意味着，在提高性能的同时，不能牺牲对现有成像及处理设备的投入。最终，系统必须结构简单，成本低廉，以便维修和扩展。

本文首先介绍了GigE Vision视频接口提高医疗成像系统可用性、成本及未来扩展性的方式，然后讨论了高分辨率成像应用的临床优势以及全网络化手术室中GigE Vision的潜力。

GigE Vision的系统和成本优势

医疗成像应用所需的视频接口，应能在相机/传感器和计算机/显示器之间以低且一致的延迟（或迟滞）可靠地传输高分辨率的成像数据。传统的医疗成像系统一般依靠的是基于专利设计的点对点接口。然而，专有接口开发旷日持久，会侵占核心功能宝贵的研发资源，增加维护成本，为多供方环境带来扩展难题。

因此，许多医疗设计师采用其他市场的视频标准，包括常见于电信及消费应用程序的TIA/EIA-644低电压差分信号(LVDS)标准、HDMI/DVI电视标准和Camera Link机器视觉标准。虽然支持高性能实时视频传输，这些标准仍需图像源和端点之间采用专用连接以及PCIe图像采集卡，以便收集数据。由于医疗成像系统变得越来越复杂，这些限制会增加成本，加剧系统的复杂性。

例如，在有些应用中，图像以多个屏幕显示，如图像导航外科手术，脐带式连接所需的布线，在管理和扩展方面既昂贵又困难。PCIe图像采集卡限制了可用于进行处理及分析的计算机的种类，增加了元件成本，加剧了系统的复杂性。终端用户也被“锁定”在图像采集卡供应商身上以获取支持，靠图像采集卡供应商对具体的操作系统和处理架构编写驱动程序。另外，还需要价格昂贵的交换设备来支持实时视频联网。

为工业自动化应用开发网络视频系统时，机器视觉产业面临众多类似的难题。为此，业界开发出GigE Vision标准，意在通过调整传输机制、视频格式及控制机制来简化设计、降低系统成本、方便终端用户安装、升级及维护成像系统。

对于设计师而言，要想满足系统复杂性及成本方面的要求，GigE Vision是一个良好的开端。它提供一种框架，可以通过以太网以GigE至10 GigE的速率传输全分辨率无压缩视频，传输延迟低且一致。

数据直接传输至用于进行分析、显示及记录的计算机的现有端口，不再需要安装价格高昂的PCIe图像采集卡，以便在端点处采集图像，同时兼容的计算平台更多，包括笔记本电脑和平板电脑。利用相同的连接，既可传输计算平台和成像装置之间的控制数据，也可传输不同程序采用的成像系统的配置信息。GigE Vision于2006年面世，如今是工业应用领域使用最广泛的视频接口标准，正在医疗和国防成像应用中站稳脚跟。

逐帧元数据，例如图像采集日期和时间、传感器设置及采用的成像设备，连同图像一起通过GigE链路传输，以便于和DICOM兼容软硬件进行集成。

	Camera Link	Camera Link HS	CoaXPress	GigE Vision	GigE Vision over 10 GigE
Cable Type	Camera Link	Copper or Optical	Coaxial	CAT 5/6 or Optical	Copper or Optical
Power over Cable	13 W	Possible	4 W	13 W	15.4 W
Industry Adoption	Broad	Low	Limited	Broad	Emerging
Relative System Cost	High	Medium	Medium	Low	Medium
Max Payload Throughput on Single Cable	2.08 Gb/s	16.8 Gb/s	6.25 Gb/s	980 Mbps	9.0 Gb/s
Requires Non-standard Hardware	Yes	Yes	Yes	No	No
Max Distance	10 m	15 m (copper, 2.4 Gb/s) 100 m (optical, 16.8 Gb/s)	130 m @ 1.25 Gb/s 40 m @ 6.25 Gb/s	100 m (Cat 5) 40 km (optical) Unlimited with switches	7 m (Direct Attach Copper) 100 m (Cat 6a) 40 km (optical) Unlimited with switches
Network Topology	Point-to-point	Point-to-point	Point-to-point	Distributed	Distributed
Native OS Support	No	No	No	Yes	Yes
Guaranteed Delivery	No	Yes	No	Yes	Yes
Standard Ratification	2000	2012	2009	2006	2006

表1：视频连接解决方案的关键属性

支持高分辨率图像的低延迟传输

医疗成像系统采用的传统接口不支持高解析度、高帧率应用所需的带宽。一般用来减少消费应用及流媒体应用中视频文件大小的压缩技术，会增加延迟，降低图像细节表现力，因而不适合医疗成像使用。

在高性能临床应用中，图像延迟和抖动必须极低，并且固定，例如机器人手术中，引导手术工具的图像，必须与外科医生的直观感受相同。研究表明，玻璃延迟时间超过300~500毫秒（ms）时，外科医生进行精确手术的能力开始降低。大多数系统设计师力争将端对端延迟控制在200ms或更短，这一目标，通过对接口和联网技术进行精心挑选，是可以实现的。

最大限度延长系统的设计寿命

无论是从初始成本方面还是从后续维护升级方面来看，对于医院和医疗保健供应商而言，医疗成像系统都是一笔巨额投资。GigE Vision接口能够帮助系统设计师和集成商延长现有成像系统的寿命，原有相机和传感器可以保留不动，同时，不再需要图像采集卡，布线距离也可延长，还可以使用更多选择的计算平台。

GigE Vision标准能够让不同供应商提供的基于以太网的成像产品实现无缝操作互通，没有耗时耗费进行集成的问题。该标准与许多国际标准高度一致，包括IEEE 802.3（以太网）、IEEE 1588（时间同步）及IETF RFC2026（巨型帧）。由于用户和电信网络广泛部署以太网，现有联网设备获取方便、价格实惠、易于安装和维护。

与其它接口标准相比，以太网本身支持网状网络配置，也就是说，以太网很容易适应不同的数据传输速率，并且方便加装新的处理节点、显示器和传感器。由于GigE Vision接口均使用自己的IP地址，因此，相同的网络允许多少端点同时工作，在数量上并没有限制。

GigE在临床上的优势

医疗系统设计师早已将传统的模拟系统改造为更强大、更灵活的数字系统，扩展了图像导航外科手术和诊断系统的应用范围，包括：

- 电脑断层扫描 (CT scan)
- 图像导航机器人手术
- 数控X线摄影
- 透视
- 牙科成像
- 兽医放射

随着医疗成像技术的发展，它在功能上，超越了模拟接口和传统的数字接口。以GigE传输视频，非常适合新兴的成像应用，因为它能同时满足带宽、成本、扩展和性能方面的要求。

视频联网

基于GigE的分布式网络架构，其关键优势是，能够在发生数据采集和控制的地方找出智能节点，用能够向数个客户端多点传送数据的单台服务器创建视频分配组。

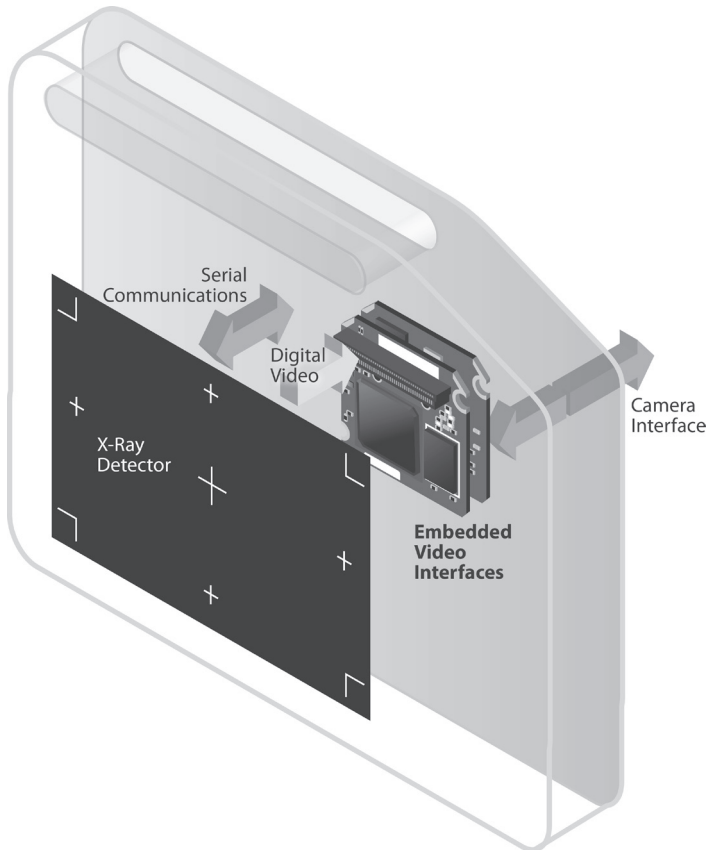


图1：嵌入式硬件解决方案让设计师轻松地在X射线探测器面板中集成GigE连接功能

将原先孤立的图像源和病患数据集成到公用网络，以及将信息整合到单个仪表板上，有助于提高手术室工作人员的姿态感知。例如，在手术室内，单屏幕仪表板显示不同成像设备和系统的实时病患信息。外科医生和手术团队成员能够在像源间轻松地进行切换，例如白光和透视相机以及手术前的实时图像，无需另行配置软硬件。图像的传输终端地也可轻松更改，手术室的实时视频可传输至调度人员、会议室、其他科室，或与专家远程共享。

在传输层面，成像设备向网络交换机仅传输一份数据。以太网交换机会复制数据，并按要求发送至显示面板和处理平台，这样可保证视频传输不会影响服务器的性能。利用以太网本身

所具备的多点传送能力，显示及处理功能可从单台设备散布到多台设备，有助于保证可靠性。另外，这还有助于GigE Vision相机以尽可能低的延迟向多个显示器及处理节点同时多点传送优质无压缩视频。

基于GigE Vision的接口也能加快设计速度，提高高级应用的性能。在全动态视频应用中，例如利用多个动态X射线源来获取患者实时图像的透视检查，传统的脐带接口既不经济又不简约。现在，可以采用GigE Vision over NBASE-T视频接口，它支持通过标准铜缆进行速率高达5 Gb/s的传输。利用10 GigE接口 - 支持的带宽达GigE的10倍 - 多个图像源可通过交换式以太网同时向处理器进行传输，以便生成3D图像。

GigE Vision在医疗成像系统设计、成本和临床上的优势

www.pleora.com | 5

另外，在X射线图像显示或进行PACS存档前，丰富的应用工具包能增强其效果。以太网本身具备多模态功能，也就是说，控制室可进行集中存档，成像源无需加装离散的记录装置，这样能降低系统的成本和复杂性。

数字透视和MRI

在X射线成像领域，该技术非常先进，例如图像增强器和平板数字探测器，有助于对降低患者的辐射量。

该技术在透视检查方面尤为有益。利用放射性照射，透视检查能为医生提供有关患者身体构造的实时X射线图像。但是，透视会导致累积辐射暴露量较大。

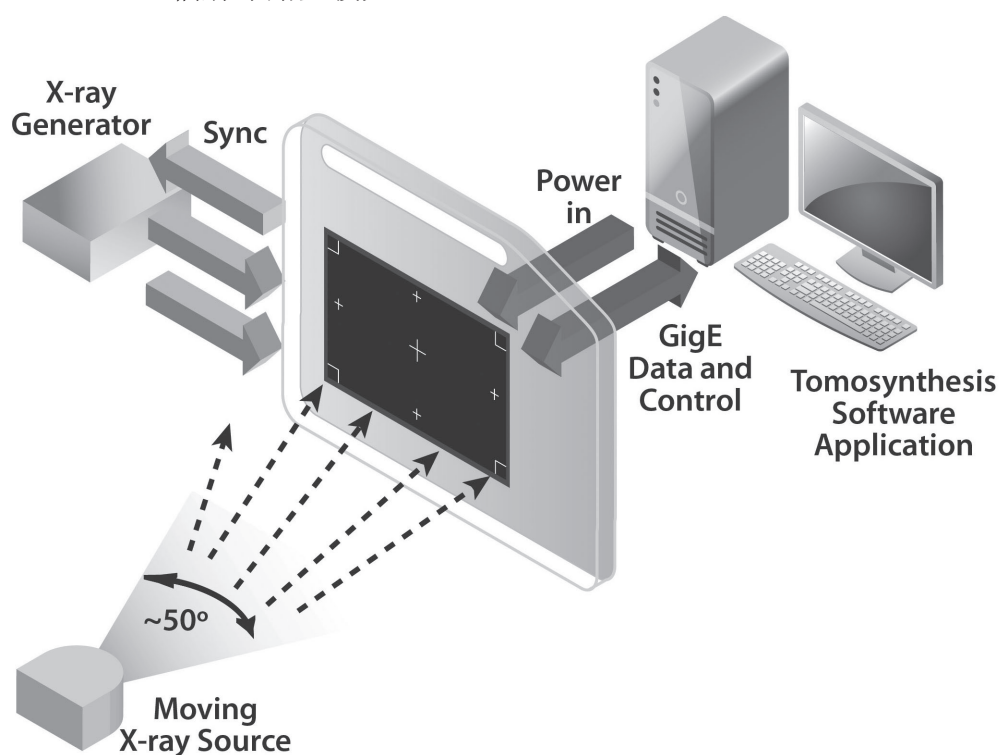


图2：更加灵活的GigE接口使多面板X射线系统的设计更加容易

创新型透视系统采用多个移动式X射线源，在数秒内从各个增量角度完成对组织的辐照，可将对患者的辐射暴露量降至最低。在这方面，传统接口既不经济也不简约。

利用10 GigE接口，多源图像数据可通过以太网传输至处理器，以便在CMOS X射线探测器上生成3D图像。如有需要，系统集成商可加装其他制造商生产的GigE Vision X射线探测器，以进一步提高系统的速度和图像质量。由于所有成像元件和软件都满足GigE Vision的要求，集成工作相对比较简单。

同样，MRI仪输出的成像数据，数量庞大。这些数据通常由开发费用高、维护成本大的专有接口传输。基于10 GigE的GigE Vision为这些难题提供了另外一种现成的解决方案，可能会使MRI更加普及、更易于维护。

GigE Vision在网络化手术室中的应用

市场在售的GigE Vision视频及联网产品种类繁多，包括外部图像采集卡和嵌入式硬件，设计师无需牺牲对现有设备的投入，就可相对容易地设计实时网络化手术室。

嵌入式视频接口硬件能帮助设计师轻松地将GigE Vision视频连接功能集成到x射线面板中，与此同时，有许多制造商还在生产数字面板，装配到现有系统中，直接充当薄膜面板的替代品使用。在某些系统中，依然在使用现有的传统接口传输x射线面板的图像，例如Camera Link或LVDS，这种情况下，集成商可使用外部图像采集卡将图像转换为GigE Vision视频流。

在此例中（图3），C-arm中数字X射线面板的图像，以现有的Camera Link或LVDS接口传至外部图像采集卡，并转化为GigE Vision视频流。另一个外部图像采集卡，将灯头处相机的图像转化为相同的GigE格式。这些图像在现成的以太网交换机处整合，然后多点传送至处理、分析、显示和记录设备。逐帧元数据，例如图像采集的精确时间戳和传感器设定，连同图像一起通过以太网链路被传送出去，以便与DICOM软硬件集成。

以太网传输距离远——普通Cat 5/6线缆点对点传输布线可长达100米——意味着处理及分析设备可布置在无菌环境以外的地方，这有助于降低消毒设备成本和患者受感染的风险，方便各科室共享数据。由于布线更加灵活，设备享有更大的移动裕度。

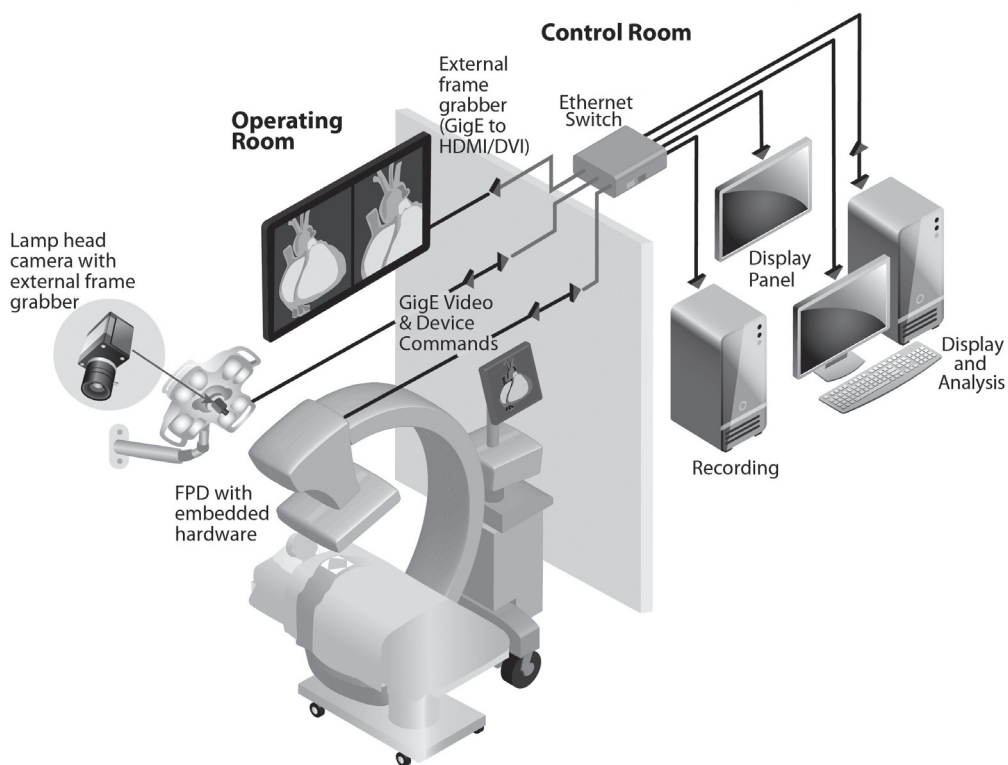


图3: X射线灯头相机的图像转化为GigE Vision图像, 多点传送至控制室内用于进行图像处理、储存和监视的手术室仪表板和计算平台。

在计算机处, 视频通过以太网端口传输, 因而可以使用成本更低的计算平台。视频处理器高亮显示关注区域, 包括术前图像, 覆盖生命体征信息。合成图像随后通过以太网多点传输至各显示器。在手术室内, 外部图像采集卡将GigE Vision图像流转化为HDMI/DVI信号, 显示在外科医生所用的高分辨率仪表显示器上, 以便从不同的成像设备和系统追踪实时患者数据。

成像技术日益成为手术室内的电子眼睛。实时视频网络将精准度、洞察力和诊断能力提高到新的高度，提高了病患的治疗效果、降低了成本。手术室全网络化成像系统具有许多性能优势，追根溯源，在于视频接口的选择。采用GigE视频接口设计或升级医疗成像系统，制造商能缩短产品的上市时间、减少风险、降低系统的成本和复杂度，同时还能赋予系统以互通操作及性能优势，从而提高其解决方案的价值。

Pleora Technologies Inc.
340 Terry Fox Dr., Suite 300
Kanata, ON K2K 3A2
Canada