

华为桌面云解决方案高性能图形 技术白皮书

文档版本：V1.3

发布日期：2013-05-20

华为技术有限公司



版权所有 © 华为技术有限公司 2013。 保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明



HUAWEI 和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本文档内容不做任何明示或暗示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

华为技术有限公司

地址：	深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼	邮编：518129
网址：	http://enterprise.huawei.com	

目录

1 图形处理桌面应用场景	2
2 为什么需要 GPU.....	4
2.1 GPU 渲染图形的一般过程	4
2.2 普通 VDI 虚拟机与带 GPU 功能虚拟机的差别	6
3 GPU 直通虚拟桌面方案.....	9
3.1 技术原理.....	9
3.2 ICA 协议对于 GPU 直通的支持	10
3.3 性能测试结果	11
3.4 应用配置建议	13
3.5 软件兼容性.....	18
3.5.1 Allegro 验证结果.....	19
3.5.2 AutoCAD 2013 验证结果	20
4 附录 HDX 技术	20
4.1 HDX 3D Pro 原理.....	20
4.2 HDX MediaStream 原理.....	23
4.3 HDX RealTime 原理.....	24

1 图形处理桌面应用场景

“图形处理”涉及图形、图像（静态）、图像（动态）与视频。例如：三维动画、数据可视化处理、CAD/CAE/CAM/EDA 等领域。国外图形软件代表厂商主要包括 Autodesk、PTC、SIEMENS、达索等。国内图形软件代表厂商主要有 CAXA。

类别	软件名称	用途领域
CAD 软件	CATIA	法国达索公司的产品开发旗舰解决方案 3D 设计和模拟解决方案
	Autodesk Inventor	3D 机械制图软件
	Autodesk Revit	建筑设计软件
	Autodesk MAYA	3D 动画设计软件
	AutoCAD	3D 机械制图软件
	3D Studio Max/3D Max	基于 PC 系统的三维动画渲染和制作软件
	Maya	Autodesk 公司出品的世界顶级的三维动画软件
	3D XML Player	嵌入网页中 3D 播放器
	JT2Go	3D 浏览工具

	Solidworks	三维 CAD 系统设计软件
	Blender Application	用于创建 3D 动画的开源软件
	FurnPlan	室内装修软件
	Adobe 3D	3D 动画软件
	Pro/E	美国参数技术公司 (PTC) 旗下的 CAD/CAM/CAE 一体化的三维软件。
	Allegro	PCB 设计软件
	Protel/altium designer summer	PCB 设计软件
GIS	Google Earth	地理信息
	ISRO - Bhuvan	3D 卫星地图
	ArcGIS Explorer	地理信息
Multimedia	HD Videos in YouTube	多媒体播放插件
	Windows Media Player	多媒体播放软件
	VLC Media Player etc.	多媒体播放软件
Medical Application	Fiat Lux	医药图像软件
支持的 3D 接口	NEHE Apps for OpenGL	OpenG 接口
	DirectX SDK	DirectX 接口
	CUDA SDK	CUDA 接口
	GLView	查看 OpenGL 3D 图像软件
WPF 应用	Mix Me	可视化社区显示软件

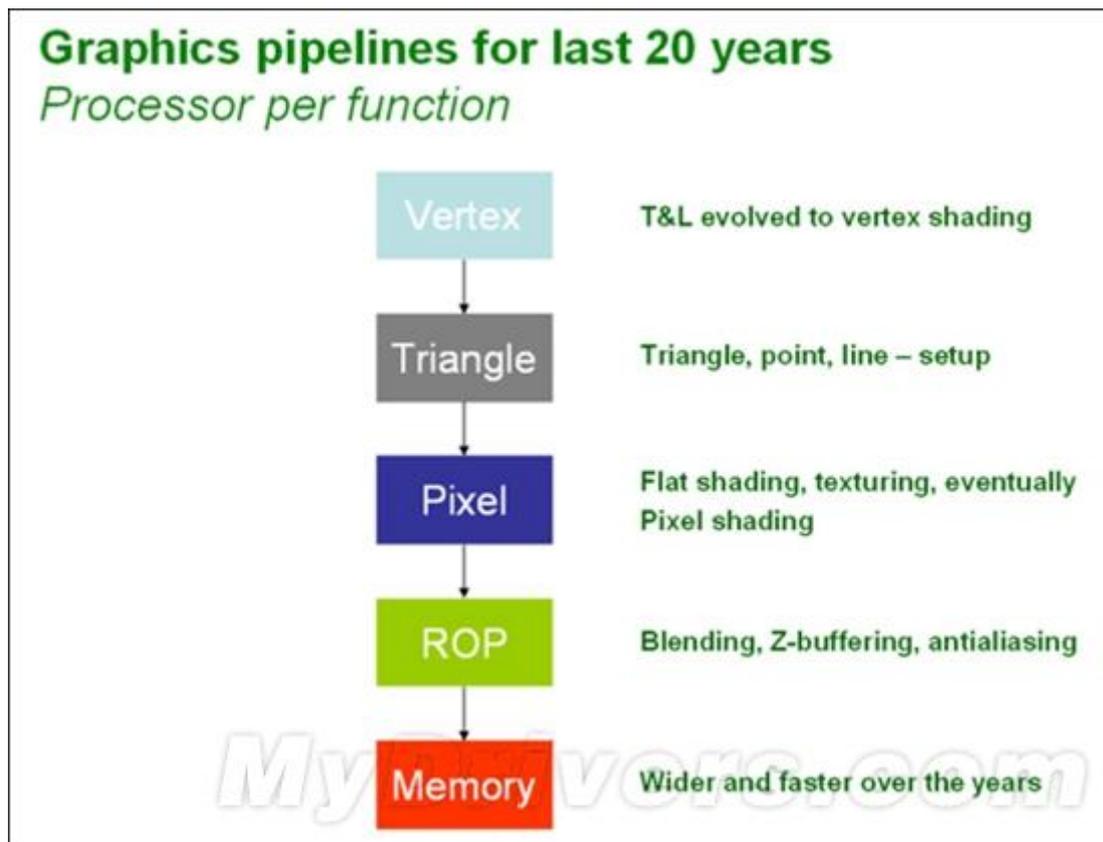
	Visual 3D	3D 游戏引擎
--	-----------	---------

2 为什么需要 GPU

2.1 GPU 渲染图形的一般过程

图形学用简单的三角形来重构物体表面，一个复杂的物体表面由成千上万个三角形来拼接。三角形越小，3D 模型越接近真实物体。三角形由三个顶点组成，每个顶点除了(x,y,z) 坐标外，还有颜色、标准向量等。由于每个图元的相对独立性，图形处理天生就是用并行系统来处理。CPU 本质上是串行计算的，强于控制，对于图形的处理，远远不及 GPU。

下图是 GPU 对三维图形进行渲染的一般流程，基本上每个流程都涉及到海量的浮点运算，而 GPU 对于并行的浮点运算，性能远远高于 CPU。简单的说，GPU 的主要功能就是完成对 3D 图形的处理即生成渲染。一般来说，GPU 的图形处理流水线可分为以下五个阶段：



传统 GPU 渲染流程

1、 顶点处理：这个阶段 GPU 读取描述 3D 图形外观的顶点数据并根据顶点数据确定 3D 图形的形状及位置关系，建立起 3D 图形的骨架。在支持 DX8 以后的 GPU 中，这些工作由硬件实现的 Vertex Shader（顶顶点着色器）完成。

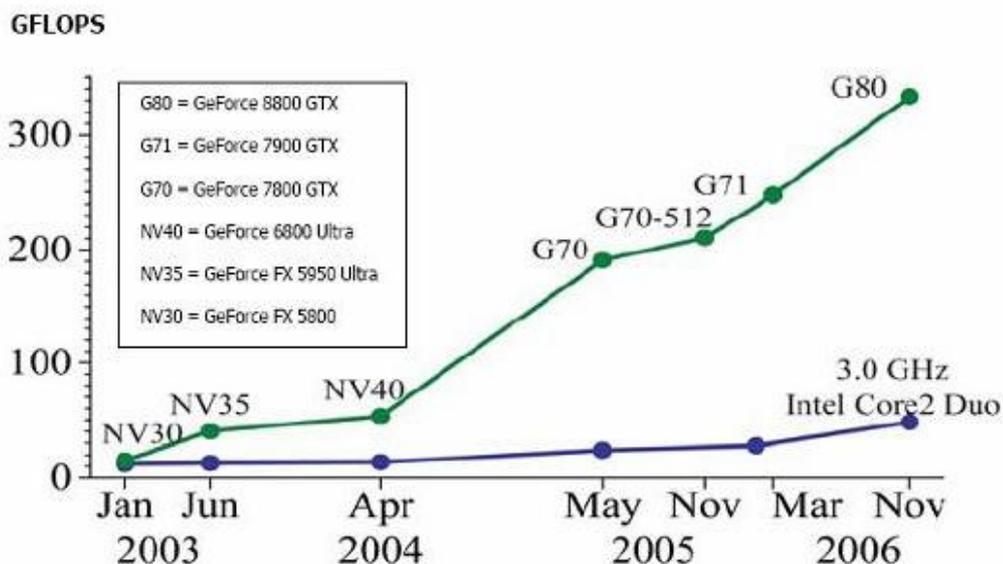
2、 光栅化计算：显示器实际显示的图像是由像素组成的，我们需要将上面生成的图形上的点和线通过一定的算法转换到相应的像素点。把一个矢量图形转换为一系列像素点的过程就称为光栅化。例如，一条数学表示的斜线段，最终被转化成阶梯状的连续像素点。

3、 纹理贴图：顶点单元生成的多边形只构成了 3D 物体的轮廓，而纹理映射（texture mapping）工作完成对多边形表面的贴图，通俗的说，就是将多边形的表面贴上相应的图片，从而生成“真实”的图形。TMU（Texture mapping unit）即是用来完成此项工作。

4、 像素处理：这阶段（在对每个像素进行光栅化处理期间）GPU 完成对像素的计算和处理，从而确定每个像素的最终属性。在支持 DX8 以后的 GPU 中，这些工作由硬件实现的 Pixel Shader（像素着色器）完成。

5、 最终输出：由 ROP（光栅化引擎）最终完成像素的输出，1 帧渲染完毕后，被送到显存帧缓冲区。

所以通俗一点来讲，GPU 的工作就是完成 3D 图形的生成，将图像映射到相应的像素点上，并且对每个像素进行计算确定最终颜色，最后完成输出。



上图为同期最好的 CPU 和 GPU 浮点运算能力的对比图，可以毫不夸张的说，同等级的 GPU 的浮点处理能力是 CPU 的十倍。

2.2 普通 VDI 虚拟机与带 GPU 功能虚拟机的差别

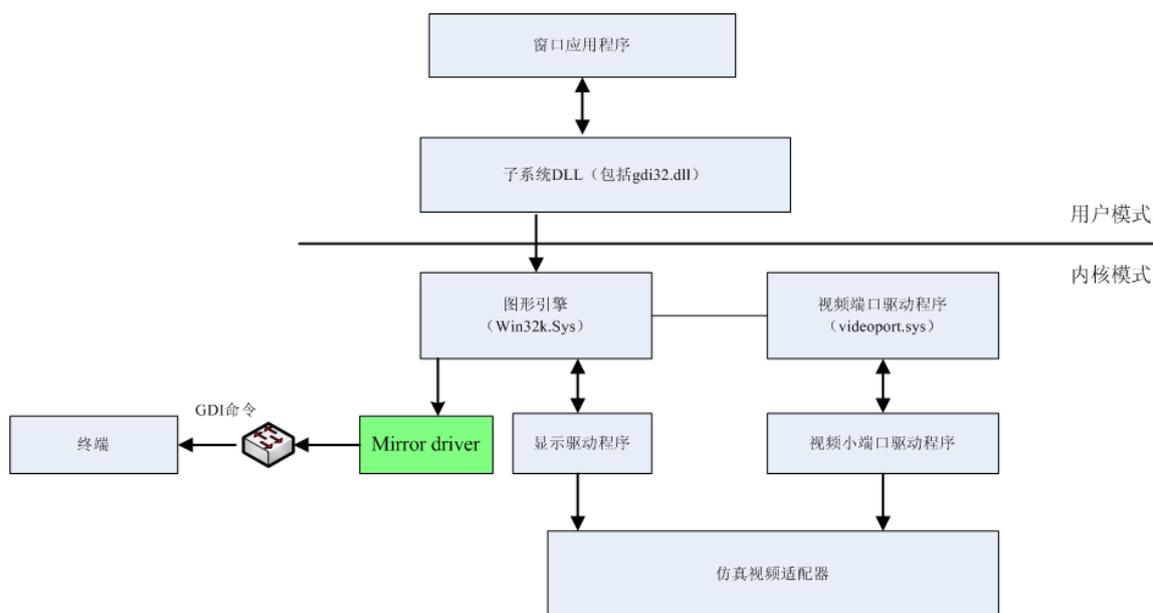


图2-1 普通虚拟机显示架构

普通虚拟机的 GPU 是由虚拟平台软件模拟出来的，这种模拟的软 GPU 不做任何硬件加速。虚拟机的界面，主要是 GDI 窗口，都由 CPU 形成位图后，然后再写到模拟 GPU 的视频缓冲区。

TC 看到的桌面其实就是 TC 根据 GDI 指令重构的远程桌面，GDI 指令是由一个所谓的 Mirror Driver 获取的。所以普通虚拟机不能运行图形密集型程序，只能用于图形比较简单的场景，在这种场景中，主要是利用 CPU 的运算能力，进行“软”渲染。

这种“软渲染”在运行图形软件、高清视频时会遇到各种问题。比如普通虚机运行 Windows Aero 软件时会出错；普通虚机连有些 3D 软件也安装不上；普通虚机运行 Google Earth、播放高清视频有时卡屏非常严重。而带有 GPU 虚拟机运行这些软件时却非常流畅，色彩艳丽。



图2-2 普通虚机与 GPU 虚拟机运行 Windows Aero 的差别



图2-3 普通虚机与 GPU 虚拟机运行专业 3D 软件的差别



图2-4 普通虚机与带 GPU 虚拟机运行 Google Earth 的差别

为了解决高性能图形的问题，华为的解决方案有四种：GPU 直通虚拟机、PVS 图形桌面、Blade-PC 图形桌面、GPU 虚拟化图形桌面。

3 GPU 直通虚拟机方案

3.1 技术原理



图3-1 GPU 直通虚拟机

受限于所有显卡设备不支持虚拟化，图形软件在普通虚拟机上使用虚拟的显卡，不具备处理 2D/3D 图形的能力，无法处理 OpenGL、DirectX 3D 的指令，导致出现各种种问题，比如 3D 软件安装不上，运行出错，或者渲染过程卡屏。为了解决图形软件（如 CAD、3DMAX、UG 等）的在虚拟机上的运行问题，华为推出了虚拟机直通 GPU。GPU 是显卡上有图形处理单元。虚拟机由于运行在虚拟环境中，不能直接访问硬件。我们登陆到 VDI 虚拟机，在设备管理器上看到形形色色的硬件，其实都是在虚拟化平台模拟的。如果虚拟机要直接访问硬件，需要 CPU 能够提供一种虚拟化技术才能够支持。在 Intel 技术中，这种技术叫 VT-d 技术，在 AMD 芯片中，叫做 IOMMU 技术。借助于这种技术，虚拟机可以访问服务器上显卡。显卡通过 PCIe 接口插到服务器上。由于服务器的 PCIe 接口及其它限制，只能插入少数显卡，每台服务器可以有少数几台虚拟机可以直通 GPU。其他虚拟机仍是普通虚拟机。这可以满足图形处理桌面小于 10%桌面云场景。

虚拟机有了 GPU 之后，图形软件可以使用 GPU 充分渲染，GPU 将渲染后的位图放入显卡视频缓冲区。为了将缓冲区内容实时无损地投送到 TC 侧。虚拟机采用 HDX 3D Pro 技术。HDX 3D Pro 支持采用 CPU 深度压缩后，有效降低传输带宽。TC 侧再解码将图像内容清晰地呈现给用户。

让更多的人可以使用 GPU 直通的虚拟机，可以将所有 GPU 直通虚拟机放在一个资源池桌面组里。资源池桌面组是一种业务发放方式，这种业务方式中，用户数大于虚拟机的数目，这样，相同的资源可以让更多的人使用。只有真正有需要时，才登陆到 GPU 直通虚拟机，进行图像处理。在日常办公时，释放 GPU 直通虚拟机，采用普通虚拟机办公。GPU 直通虚拟机是公共资源，就像会议室一样，先申请，然后才能使用。

由于 GPU 显卡是插在服务器上，一块 GPU 显卡只能跟一台虚拟机绑定，虚拟机跟服务器上的 GPU 绑定了，所以 GPU 虚拟机不支持热迁移。

3.2 ICA 协议对于 GPU 直通的支持

虚拟机通过 GPU 直通技术，可以通过原生的驱动程序访问显卡进行图形渲染了，但渲染的结果怎么投递给终端。所以，GPU 直通技术需要桌面协议的支持。目前华为公司采用 ICA 协议，通过 HDX 3D 技术把渲染的图形投递给终端。HDX 3D 处理图形过程如下：

1. 应用程序(例如 Pro/E)调用 OpenGL API 进行绘图；
2. OpenGL 绘图库驱动显卡进行硬件加速；
3. GPU 把渲染后的二维位图放入显卡视频缓冲区；

4. HDX 3D 取出渲染后的位图，然后进行压缩和提交给 ICA；

5. ICA 把压缩后的图形投递给终端。

在过程 4 中，HDX 3D 有三种方式对图形压缩：CPU 压缩，这种压缩方式是把渲染后的图形压缩成 JPEG 方式；CPU 深度压缩，这种压缩考虑了帧间的信息冗余，图形被进一步压缩，有效减少带宽；GPU 压缩，这种压缩方式利用 GPU 的 CUDA 接口，把静态的位图压缩成 H.264 方式发送给终端。ICA 协议提供了四种压缩模式：

- CPU 深度压缩方式：能够提高客户端显示画面的帧率，提高画面流畅性和连续性，并减少带宽的需求，但是对客户端的性能要求较高。
- CPU 压缩方式：能够提升画面质量，对客户端的性能要求较低，但是对于带宽的要求较高，同时客户端显示画面的帧率会有所下降，对于某些大型画面的快速运动，画面连续性不好。
- CPU 无损压缩方式：能够提升画面质量，对客户端的性能要求较低，但是对于带宽的要求最高，同时客户端显示画面的帧率会有所下降，对于某些大型画面的快速运动，画面连续性最差。
- GPU 压缩模式下：对后台的图形计算能力有很大的损耗，能力大概只达到 CPU 压缩模式下的 1/3。故一般情况下不建议采用。

HDX 3D Pro 也提供图像质量配置工具。该工具使用户能够实时调整图像质量与响应速度(带宽)之间的平衡点，从而优化可用带宽的使用情况。也就是调整上面的几种压缩方式来适配图像质量与响应速度。

3.3 性能测试结果

3.3.1 不同规格虚拟机的性能验证

高性能图形虚拟桌面性能测试采用业界专业图形性能测试软件- SPECviewperf 11 测试软件。从下表中数据可以看出，各个规格的虚拟机之间的跑分结果基本相同，考察虚拟机的性能统计数据（如下图中），发现 SpecViewPerf 11.0 运行 CPU 和内存占用率都不高，而 GPU 占用率经常达到 100%。从测试数据来看，在虚拟桌面上的体验完全可以达到物理机的体验效果。

viewperf 11.0	权重	虚拟规格:WIN7 64 SP1 + NVIDIA Quadro 2000	PC i5- 650 3.20GHz	PC i5- 3.20G			
------------------	----	--	--------------------------	--------------------	--	--	--

		4U4G	4U8G	8U8G	(2 Core) 4G Q2000	Hz (4 CPUs) 4G Q600	8U8G +Q400 0	16U16 G+Q40 00	PC+Q4 000
catia-03	20%	29.22	28.3	30.18	24.81	16.92	5.212	4.656	6.574
ensight-04	3%	20.71	20.96	20.87	20.15	10.43	0.701 1	0.691 8	0.862 5
lightwave-01	7%	46.62	45.51	47.17	35.73	39.47	2.093 7	1.984 5	2.667 7
maya-03	6%	60.26	59.16	60.43	32.39	24.36	2.516 4	2.376 6	2.896 2
proe-05	25%	9.36	9.05	9.55	6.93	8.45	1.927 5	1.732 5	1.757 5
sw-02	7%	39.09	39.57	39.38	32.12	24.18	2.128 7	2.002 7	1.916 6
tcvis-02	7%	24.92	25.18	25.04	24.17	15.23	1.994 3	1.859 2	2.230 9
snx-01	25%	23.1	23.22	23.19	21.77	13.27	6.577 5	6.427 5	7.537 5
加权总分	100%	25.94	25.63	26.29	21.13	16.11 01	23.15 12	21.73 08	26.44 29

3.3.2 不同操作系统的性能验证

viewperf 11.0	权重	8U8G WIN764		4U4G XP 32		4U4G WIN7 32	
		跑分	加权值	跑分	加权值	跑分	加权值
catia-03	20%	28.89	5.778	15.02	3.004	23.99	4.798
ensight-04	3%	18.64	0.5592	13.03	0.3909	18.85	0.5655
lightwave-01	7%	35.12	2.4584	20.71	1.4497	33.32	2.3324
maya-03	6%	14.45	0.867	22.67	1.3602	11.72	0.7032
proe-05	25%	7.83	1.9575	4.62	1.155	7.51	1.8775
sw-02	7%	29.94	2.0958	23.27	1.6289	30.86	2.1602
tcvis-02	7%	23.45	1.6415	14.01	0.9807	23.27	1.6289
snx-01	25%	20.77	5.1925	13.99	3.4975	20.79	5.1975
加权总得分	100%		20.5499		13.4669		19.2632

说明：绑定 Q2000 显卡

不同操作系统在 SPECviewperf 11 的性能跑分，从上面可以看出：**WIN764 系统下面性能最好，WIN7 32 次之，XP 32 位系统与此两者有明显差距。**

不同操作系统的性能验证

3.3.3 ICA 协议对 GPU 虚拟桌面的性能影响

viewperf 11.0	权重	8U8G		8U8G ICA	
		跑分	加权值	跑分	加权值
catia-03	20%	30.18	6.036	28.89	5.778
ensight-04	3%	20.87	0.6261	18.64	0.5592
lightwave-01	7%	47.17	3.3019	35.12	2.4584
maya-03	6%	60.43	3.6258	14.45	0.867
proe-05	25%	9.55	2.3875	7.83	1.9575
sw-02	7%	39.38	2.7566	29.94	2.0958
tcvis-02	7%	25.04	1.7528	23.45	1.6415
snx-01	25%	23.19	5.7975	20.77	5.1925
加权总得分	100%		26.2842		20.5499

虚拟机规格：8U8G + Nvidia Quadro 2000

使用 SPECviewperf 11 测试 ICA 连接的 GPU 虚拟桌面，从表中数据 $20.5499/26.2842=78.2\%$ 可以看出，通过 ICA 连接的虚拟机会比不使用 ICA 连接直接在后台运行的虚拟机图形跑分能力下降约 **20%左右**。

3.4 应用配置建议

由于 GPU 直通技术，是虚拟机独占式的使用显卡。一台服务器能够支持多少虚拟机使用 GPU，受限于单台服务器能够插多少显卡。服务器能够支持显卡的数量受制于 PCIe 总线带宽、空间、散热和供电的制约因素。因此，单台服务器能够支持的 GPU 不会太多，这样导致 GPU 直通的技术比较适合于高性能图形需求比例较低的场景。

从 PCI-E 设备直通技术来说，虚拟机使用 GPU 和物理机使用 GPU 不存在区别。在实际测试过程中，物理机能够运行的 Pro/E、AutoCAD、UG 等软件，在 GPU 直通虚拟机上也能够运行。这些图形软件

在虚拟机里运行体验效果与相同配置的物理机体验相当，虚拟机支持 GPU 处理能力、特性与绑定的 GPU 显卡能力一致。华为 GPU 直通虚拟机的配套关系如下：

表3-1 软硬件配套关系

名称		配套描述
支持的服务器		4 块 Quadro 2000 显卡/E9000 CH220 刀片 2 块 Quadro 4000 显卡/E9000 CH221 刀片
服务器 CPU		优选 E5-2680，可根据项目投资，用户体验期望进行调整，如 E5-2660。
显卡选择		一般的 3 维图形设计软件，NVIDIA Quadro 2000 就能满足要求。NVIDIA Quadro 4000 的计算速度要优于 NVIDIA Quadro 2000，某些计算要求较高的场合可采用 NVIDIA Quadro 4000。
虚拟机 OS 与规格		<ol style="list-style-type: none"> 1. 首选 WIN 7 64 位，普通图形用户如没有打开大型图形文件的需求，则选择 8U8G 的规格就能够满足使用要求。如果有打开大型图形文件的需求，建议加大内存到 8U16G。 2. WIN7 32 位和 XP 32 位系统建议使用 4U4G 的规格（图形处理效果不如 WIN 7 64 位系统，32 位系统内存最大不能操过 4GB），。 3. XP 64 位系统当前不支持，未提供 PV driver。
FusionAccess 配套		FusionAccess V100R003C00 企业增强版，2013 年 7 月发布。GPU 直通虚拟机需安装支持 HDX 3D Pro 的 VDA 版本。
网络带宽		CPU 压缩/深度压缩时建议带宽不小于 20Mbps；CPU 无损压缩建议不小于 50Mbps；时延<25ms,丢包率<1%。
配套 TC		<ol style="list-style-type: none"> 1. 大型画面切换速度不是很高的场景可使用 CT6000 WES。 2. 某些 3 维图像运动和切换较频繁的场景，建议使用性能较好的 PC 机作为客户端，使用 CPU 压缩方式将保证较好的画面连续性和较低的带宽。
压缩方式选择	CPU 压缩	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使用 TC 的场景； 2. 使用 PC 作为客户端，带宽充足、同时对画面质量要求非常高的场景；

CPU 深度压缩	使用 PC 作为客户端，同时对画面质量要求不是特别高的场景。带宽较低的场景；
CPU 无损压缩	使用 TC 或 PC，带宽充足；每桌面有 50mbps-100mbps 对画面质量要求极高，如医用图形软件；
GPU 压缩方式	初次连接 GPU 虚拟机时使用 GPU 压缩方式，连接成功后建议根据使用的场合修改为其他压缩方式；

备注：由于不同的图形软件对显卡的要求不太一样，在实际项目的配置，建议进行 PoC 测试验证是否达到客户的体验要求。

备注：TC 与 PC 的配置建议不低于下面配置。

CT6000(WES)	CPU: Intel(R) Atom(TM) CPU D2550 @ 1.86GHz (4 CPUs), ~1.9GHz 内存: 2048MB 网卡: 1 Gbps 显卡: Intel(R) Graphics Media Accelerator 3600 Series OS: Windows Embedded Standard 32-bit (6.1, Build 7601) Service Pack 1 Receiver: 13.3.100.9
PC	推荐配置: 2G memory, 3GHz(dual core) 接多显示器的配置: 2G memory, 3GHz(dual core) 最小配置: 1G memory, 2GHz(one core). Receiver: 13.3.100.9

表3-2 GPU 显卡的技术规格

NVIDIA® Quadro GPU (图形处理器)	Quadro 2000	Quadro 4000
CUDA 并行处理器核心	192	256
尺寸规格	高 4.376 英寸 x 长 7 英寸，单槽宽	4.376" H x 9.50" L / Single Slot

Gigaflops (十亿次浮点运算) (单精度)	-	486.4
Gigaflops (十亿次浮点运算) (双精度)	-	243.2
显存技术规格		
帧缓存总量	1 GB GDDR5	2 GB GDDR5
显存位宽	128-bit	256-bit
显存带宽 (GB/秒)	41.6 GB/s	89.6 GB/s
支持的显示器		
双链路 DVI	1	1
DisplayPort	2	2
总线接口	PCI-E X16	PCI-E X16
数字输出接口的数量	3 (在同一时间, 3 个接口中只能有 2 个处于活动状态)	2
模拟输出接口的数量	1	1
Stereo (3-pin Mini-DIN)	-	1 (Optional)
数字最高显示分辨率 @60Hz	2560x1600	2560x1600
3D Vision/3D	✓	-

Vision Pro		
显示器通道	-	2
GeForce 3D Vision	-	✓
支持的特性		
着色器模型	5.0	5.0
OpenGL	4.3	4.3
Microsoft DirectX	11	11
支持 NVIDIA SLI® 多操作系统	✓	✓
C 语言编程环境	-	✓
对 NVIDIA® CUDA 并行计算架构进行编程	✓	
NVIDIA® Mosaic 技术¹	✓	
NVIEW 显示器管理软件	✓	
SDI 版本	-	✓

NVIEW 显示器管理软件	-	✓
全屏抗锯齿 (最高)	64x	64x
散热以及电源技术规格		
符合能源之星标准	支持	Yes (with 2:1 or better max/idle power ratio)
显卡最大功率(瓦)	62 W	142 W
相对性能分数	23.85	-

备注：理论上，所有的 PCI 设备都可以直通，但实际上由于驱动程序的限制或者是硬件上的限制，不是所有的 GPU 卡可以直通。在实际测试中，发现 nvidia 的低档专业显卡（如 Q600），就不支持直通。

3.5 软件兼容性

FusionAccessV100R003C00 版本分别使用 PC 和 CT6000 的 TC 进行了几款制图软件进行了主观体验测试，测试结果表明：此版本的 GPU 直通只定位于普通场景的高性能图形处理。实际测试体验效果比物理 PC 机直接插显卡的效果要好。

表3-3 图形处理软件兼容性列表

编号	软件名称	软件版本	兼容性
1	AutoCAD	2012	支持
2	Pro/E	5.0	支持
3	Altium Designer	10.1089.24016	支持
4	Allegro free viewer	16.3	支持
5	PADS	9.4.1	支持

6	NI_LabVIEW	2011	支持
8	CATIA	-	支持
9	Autocad revit 2013	-	支持
10	Google Earth	-	支持
11	AutoCAD 2013	-	支持
12	3D Studio Max/3D Max	-	支持
13	极品飞车 15 变速 2	-	不支持(HDX 3D Pro 不支持全屏应用)
14	3DMARK	-	不支持(HDX 3D Pro 不支持全屏应用)

备注：由于不同的图形软件对显卡的要求不太一样，在实际项目，建议进行 PoC 测试验证是否达到客户的要求。以下部分软件的验证效果。

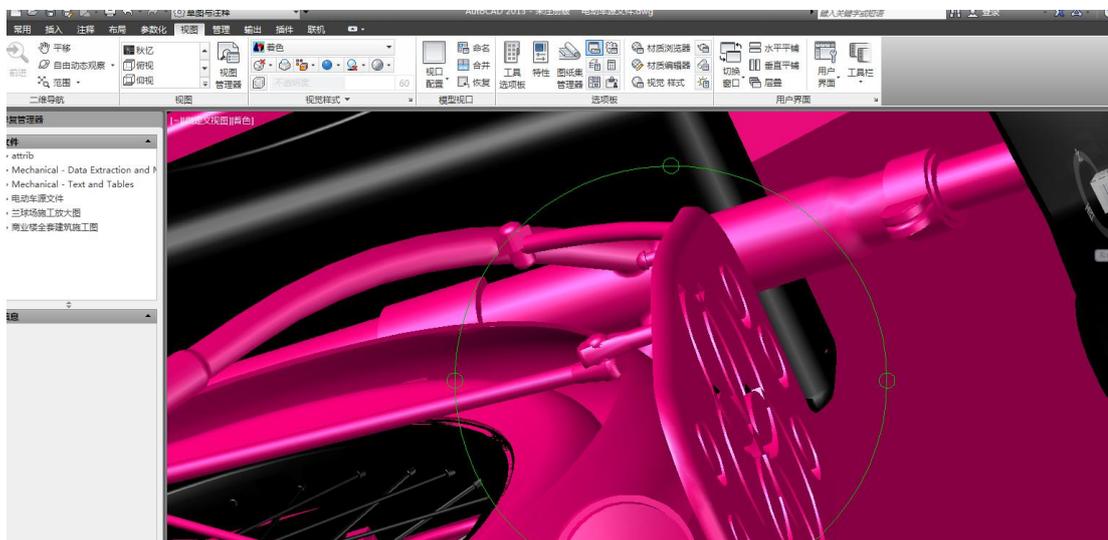
3.5.2 Allegro 验证结果

验证结果：14 层的模型，基本的操作：放大、缩小、移动、图层切换等正常。



3.5.3 AutoCAD 2013 验证结果

测试结果：CT6000 测试 3D 自行车模型，着色放大后旋转（比较耗资源的操作，带宽 20mbps），体验不错。



4 附录 HDX 技术

HDX(High Definition User Experience)技术是一组提供“高清晰”桌面虚拟化的用户体验的功能集合。这些增强的用户体验平衡了性能与低带宽。HDX 技术提供了网络和性能优化，以提供最佳的用户体验。这些网络包括包括低带宽和高延迟的 WAN 连接。这里介绍与图形视频相关的几种技术，如高性能图形的 HDX 3D Pro 技术、高清视频技术 HDX Medistream、实时会话技术 HDX RealTime。

4.1 HDX 3D Pro 原理

HDX 3D Pro 是 FusionAccess 企业增强版和铂金版的一项功能，使您能够交付可利用图形处理器 (GPU) 实现硬件加速、展现最佳性能的桌面和应用程序，包括基于 OpenGL 和 DirectX 的三维专业图形应用程序。借助 HDX 3D Pro，您可以在带宽低至 2 Mbps 的情况下，使用 FusionAccess 通过广域网 (WAN) 连接交付复杂的交互式图形。在局域网 (LAN) 连接条件下，HDX 3D Pro 使您能够将复杂且昂贵的工作站替换为较简单的用户设备，从而将图形处理过程转移到数据中心，实现集中管理。

例如，可以使用 HDX 3D Pro 对用于计算机辅助设计、制造和工程处理的工具 (CAD/CAM/CAE)、地理信息系统 (Geographical Information System, GIS) 软件以及用于医学成像的图形存档与通信系统 (Picture Archiving and Communication System, PACS) 工作站进行虚拟化。除专业图形应用程序外，HDX 3D Pro 还使您能够交付使用 NVIDIA 统一计算设备架构 (Compute Unified Device Architecture, CUDA) GPU 实现并行计算的计算密集型非图形应用程序。

HDX 3D Pro 的主要功能有

1. 无损压缩。HDX 3D Pro 支持无损压缩功能，该功能使您能够向医学成像等应用程序交付具有完整像素的图像。
2. GPU 加速的深度压缩 如果有启用了 NVIDIA CUDA 的兼容 GPU 可用，HDX 3D Pro 则可以利用该 GPU 加快图像编码速度，并提供更大程度的压缩。基于 GPU 的深度压缩在用于肌理数据等器官图像、视频和地理图像的带宽降至最低的情况下最为有效。如果兼容的 GPU 不可用，HDX 3D Pro 则回退到基于 CPU 的压缩。
3. 高分辨率监视器支持。HDX 3D Pro 支持所有监视器分辨率，并仅受主机上 GPU 的功能限制。
4. 支持虚拟机。除物理主机外，HDX 3D Pro 还支持具有 GPU 直通功能虚拟机。通过 GPU 直通功能，可以创建对专用图形处理硬件具有独占访问功能的虚拟机。可以在虚拟机管理程序上安装多个 GPU，并将 VM 一对一地分配给每个 GPU。
5. 多监视器支持。对于 Windows 7 桌面，HDX 3D Pro 支持具有多监视器的用户设备。用户可以在所选的任何配置中自由安排自己的监视器，并且可以混合使用分辨率和方向各不相同的监视器。监视器的数量只受主机 GPU 功能、用户设备以及可用带宽限制。HDX 3D Pro 还对多监视器访问 Windows XP 桌面提供了有限支持。

6. HDX 3D Pro 策略。可以使用 XenDesktop 中的策略设置图像质量配置工具中用户可用的图像质量调整范围，并且可以指定用户是否能够手动启用或禁用无损压缩功能。
7. Windows 7 远程访问。HDX 3D Pro 支持 Microsoft WDDM 显示驱动程序模型，使用户能够通过高速 Internet 连接从家里或远程位置访问自己的多监视器 Windows 7 工作站。该软件智能地将主机上多监视器中的应用程序折叠到远程设备上可用的监视器中，并清空主监视器以保护数据安全。
8. 在任何带宽条件下提供最佳用户体验。在带宽为 100 Mbps 的局域网连接条件下，HDX 3D Pro 交付的用户体验与本地桌面的用户体验相似。此外，通过 HDX 3D Pro 中的性能优化功能，可以通过带宽低至 2 Mbps 的广域网连接交付交互式用户体验。
9. 实时图像质量配置工具。HDX 3D Pro 包含一个图像质量配置工具，该工具使用户能够实时调整图像质量与响应速度之间的平衡点，从而优化可用带宽的使用情况。
10. 桌面或 VM 托管应用程序。通过 HDX 3D Pro，可以作为完整的虚拟桌面或 VM 托管应用程序的一部分交付图形密集型应用程序，具体取决于用户的要求。

HDX 3D Pro 测试下面程序支持：

- | | | |
|---|---|---|
| <p>CAD</p> <ul style="list-style-type: none"> ● CATIA V5R19 ● Autodesk Inventor 2010 ● Autodesk Revit 2010 ● Autodesk MAYA 2010 ● AutoCAD 2010 ● 3D XML Player ● JT2Go ● Solidworks ● Blender Application ● FurnPlan ● Adobe 3D | <p>GIS</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Google Earth ● ISRO – Bhuvan ● ArcGIS Explorer <p>Medical Application</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fiat Lux <p>Test Applications</p> <ul style="list-style-type: none"> ● NEHE Apps for OpenGL ● DirectX SDK ● CUDA SDK ● GLView | <p>Multimedia</p> <ul style="list-style-type: none"> ● HD Videos in YouTube ● Windows Media Player ● VLC Media Player etc. <p>Benchmark and Demo</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Realtime HDR ● Turbine Demo ● SpecViewPerf ● CineBench <p>WPF Applications</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Mix Me ● Photo Shuru ● Visual 3D |
|---|---|---|
- **Office Applications and Win 7 Gadgets**

4.2 HDX MediaStream 原理

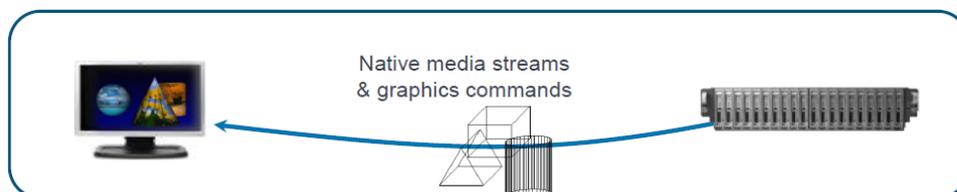
HDX MediaStream 允许在媒体流被解码前直接将原始的压缩的媒体流通过独立的虚拟通道重定向到瘦客户端播放，同时基于客户端类型、客户端资源以及网络带宽能力进行恰当优化。将本应该在虚拟机上的解码处理下移到瘦客户端，既减少了虚拟机的资源消耗，同时减少带宽消耗，带给用户流畅的高清体验。

未启用 HDX 时，视频是在虚拟机上播放，重定向到 TC 端，如下图所示：



HDX MediaStream: 无缝的多媒体体验，可确保流畅、无缝的多媒体内容体验，为 Windows Media Player 使用的 Media Foundation 提供支持。HDX MediaStream Flash 重定向能让 Adobe Flash 内容重定向到本地 TC 播放，从而为用户提供高清晰度播放效果。

基于 DirectShow / DMO / Media Foundation 的播放器（如 Windows Media Player）在播放媒体流时，HDX MediaStream 允许在媒体流被解码前直接将原始的压缩的媒体流通过独立的虚拟通道重定向到瘦客户端播放，同时基于客户端类型、客户端资源以及网络带宽能力进行恰当优化。将本应该在虚拟机上的解码处理下移到瘦客户端，既减少了虚拟机的资源消耗，同时减少带宽消耗，带给用户流畅的高清体验。



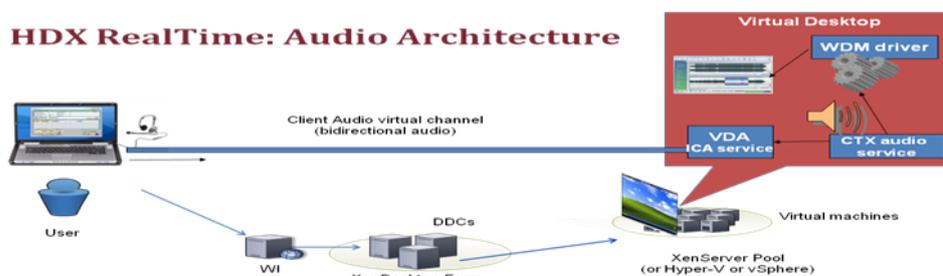
要支持 Citrix 的 HDX，需要 Citrix Receiver 客户端的支持，还需要 VM 端和 TC 端都有相关的编解码库，具有音视频解码能力。

HDX MediaStream 仅支持特定的媒体类型和播放器，清单如下，对于不满足条件的保持虚拟机渲染方式，或者采用视频转码软件转换后再播放：

Media Type (encoding)	File Format (.ext)	Windows Media Player	DirectShow/DMO Based Players	RealPlayer
DIVX Video		√	√	√
XVID Video		√	√	√
Microsoft Video 1		√	√	√

MPEG-1 Video		√	√	√
MPEG-4 Video		√	√	√
Indeo Interactive Video		√	√	√
MPEG-1 Audio		√	√	√
AC3 Audio		√	√	√
Fraunhofer MPEG Layer-3 Codec		√	√	√
MP3		√	√	Server-rendered
WMA	WMA	√	√	Server-rendered
WMV	WMV	√	√	Server-rendered

4.3 HDX RealTime 原理



当语音应用程序通过 Windows Audio service 发送音频数据包时，被 Citrix WDM driver 模块捕获，并通知 Citrix audio service 模块。

Citrix audio service 模块从 WDM driver 中读取音频数据，并进行压缩编码后，通过 ICA 音频虚拟通道发送给 TC 端。

TC 端收到音频数据，进行解码后输出到音频设备上。