**Web 3D室内创作和VR探索通过纹理烘焙服务**

图1：实时导航的准摄像真实室内VR环境的图像。 最后没有光或材料节点场景图，但只是几何和纹理，通过基于物理的渲染引擎在远程Web服务上自动烘焙。 两个场景创作和导航都在浏览器中，没有任何软件或插件安装。

摘要:

具有高视觉质量的虚拟环境的交互式用户体验通常需要电影行业级别的创作工具，服务器端或客户端上的本机应用程序，或两者兼有。相反，我们在这里介绍一个新颖的3D工作 - 流动，特别针对高品质VR体验的最大需求。我们的工作流架构既直接在Web平台上整合了准图像逼真场景的创作和导航，从而包括移动和VR设备，并且专门针对街头人的常见用途。不需要软件安装。简化的创作和探索工具都是Three.js基于并通过利用Blender的基于物理的循环渲染引擎自动生成高质量纹理（包括照明效果，多个软阴影，反射和折射）的Web服务相互连接。关键词：Web渲染，虚拟环境，图形处理，

3D可视化，烘焙服务概念：•以人为本的计算→交互范式; •计算方法→图形系统和接口; •信息系统→万维网;

介绍:

这个工作1介绍了一种新颖的基于Web的架构来支持

合成3D室内环境的创作和虚拟这样的场景的漫画，准确的照片写实质量。\*电子邮件：[spini | marino | dantimi |卡拉| paoluzzi] // @ dia.uniroma3.it

允许制作数字或硬拷贝的全部或部分此作品,个人或教室使用是无费用的，只要不是制造或分销利润或商业利益，副本通知和第一页的全文引用。组件版权这些由ACM所拥有的这项工作必须得到尊重。抽象与信用证是允许的。要复制或重新发布，以在服务器上发布

重新分配到列表，需要事先具体的许可和/或费用。请求

permissions@acm.org的权限。c 2016 ACM。

Web3D '16，2016年7月22 - 24日，美国加利福尼亚州阿纳海姆

ISBN：978-1-4503-4428-9 / 16/07

DOI：http://dx.doi.org/10.1145/2945292.2945309

1由信息通信技术公司Sogei S.p.A.的授权2016部分支持

由意大利经济和财政部全资拥有。

所提出的架构实现了线性工作流程

连续三个步骤，即（i）创作，（ii）处理和（iii）探索。

制作和/或编辑（i）和场景漫步（iii）已经实现为无服务器Web应用程序。处理（ii） - 这里称为烘焙 - 作为通过访问的远程Web服务执行HTTP协议，并负责各种离线计算，旨在使场景可用

对于在商品硬件上运行的浏览器，同时维护接近真实感的质量。

特别是，我们追求室内场景的近似真实感。通过专注于特殊的照明相互作用，即准确的软阴影，光反射和折射，根据[Joon 2010]和[Wang and Doube 2011]，返回增强的感觉质量。不幸的是，一个本地的WebGL实现这些技术，通过简单地利用图形管道中的浏览器，结果太慢，无法在大部分广泛执行

各种设备配备了浏览器，特别是那些图形能力有限。我们在本文中讨论的方法旨在克服这个障碍，并提供一个从好的到。非常好的3D体验，支持WebGL的各种设备，即几乎全部现代计算设备。所以，把重点放在建模和交互式访问室内环境，其中一个关键条件成立，即静止现场，我们能够静静地预先计算，一劳永逸，上述光相互作用。这个过程是在烘烤名称，并在处理阶段进行存储在适当的web对象的结果，准备按需提供。静止的假设存在着各种各样的使用模式，特别是用于电子商务的VR环境，博物馆。漫游和许多其他应用程序。所得到的Web套件可以从文化中找到几种用途（如虚拟博物馆），社会交易（例如使人们可以访问）他们无法到达的地方），到一些着名的商业广告使用（例如房地产，家庭分期）到安全和严肃的游戏应用。该项目的主要目标是扩大可达性的3D合成室内环境，无论是为设计师，被要求面向Web创作工具作为一个非常简化的CAD编辑和探险者，可能会在场景内移动由电子游戏世界测试。

本文档的其余部分组织如下。 第2节提供相关工作的概述。 第3节提出了建议,架构和工具。 最后，第4节包含一些结论言论和数字未来发展。

2相关工作

过去几年提出几种解决方案，让“移动”设备 - 甚至古老的PDA - 渲染3D模型。一些作者，包括[Lamberti et al。 2003; Diepstraten等人2004;Quax等2006; Doellner等人2012]提出了这个问题

一种远程呈现方法。共同的想法是表演

远程呈现场景，无论是在大型服务器上还是在服务器集群。相反，我们的方法只有部分（和按需）在远程预先计算，但场景渲染

基本上是在客户端执行的。[dos Santos等人的工作2009]具体涉及

有限的机器虚拟环境渲染问题图形计算能力，直接从网络角度。

他们建议采用3D翘曲技术进行生成在客户端本地观看，同时场景的3D渲染也是根据需要远程完成，但所提出的方法没有照片写实

关注。一般来说，互联网上可以找到几种软件产品

围绕室内设计行业，并覆盖 - 通常只是部分 - 这个工作提出的同样的问题。两家小公司2,3和像Autodesk4这样的大牌手但也相关

玩家如Ikea5介绍了基于网页的简化CAD软件，允许用户设计室内空间和配置它使用预定义的库，以产生逼真的单张图片的环境。虚拟室内漫步在网络上，具有卓越的逼真品质，却被允许由Shapespark6，虽然创作过程不在直接控制用户。 CGCloud7提供高品质的虚拟穿行。在这种情况下，虚幻引擎用于渲染，但是必须下载平台特定的应用程序在客户端执行。同样适用于着名的GoogleSketchup8。两个WebGLStudio9[Agenjo et al。 2013]和PlayCanvas10这也允许非基于理的光照贴图烘烤客户端和即时）提供强大的基于Web的3D交互场景编辑。它可能被利用来制造室内环境卓越的质量走过。作为一般目的，特设需要使用解决方案，使这些工具不合适为街头的男人。

3系统架构

这项工作的主要贡献是工作流程的定义专为Web平台而设计，允许创建，编辑和探索合成3D室内环境。该三个阶段，（i）创作，（ii）处理和（iii）探索设计为线性执行，虽然之间有一个反馈回路

阶段（i）和（ii）可以进行。迭代反馈可能如此适用于3D场景的设计，以及烘焙过程2Room Sketcher http：// http：//www.roomsketcher.com3Floorplanner http://www.floorplanner.com

4Autodesk Homestyler http://www.homestyler.com/floorplan五

宜家http://www.ikea.com/ie/en/customer-service/planning-tools/

6Shapespark http://www.shapespark.com7CG云http://cgcloud.pro

8Sketchuphttp://www.sketchup.com/9WebGLStudiohttp://webglstudio.org/10PlayCanvas https://playcanvas.com/可能需要很长时间，这取决于所要求的质量，设计师可以获得一个快速和粗略的渲染预览。

图2显示了实现这种方法的模块化组件，分别命名为Web 3D Editor，Baking Service和Web VR资源管理器第二个组件是HTTP Web服务，

而其他的则是基于服务器的WebGL的HTML5 Web应用程序，使用着名的Three.js 3D图书馆。这个设计意味着该系统不需要任何额外的安装软件或插件才能使用。

启用背景室内场景本质上是静态的。这显然是大规模先验计算与场景对象的光交互的必要先决条件。失去活力对于对周围环境的良好的总体看法并不重要。动画对象在渲染场景中的后验引入也是可能的，并将进一步调查。

场景表示由Web 3D Ed-itor生成的场景作为JSON文档传输到烘焙服务。它由由编辑维护的Three.js场景图数据结构的线性化版本组成，增加了烘焙过程所需的更多贡献。该表示将几何数据和纹理图像作为base64编码数据URL。作为烘焙过程的副作用，应用一些次要的定位来优化带宽消耗，重新放在浏览器缓存上。特别是（a）几何数据存储在分离的二进制缓冲区文件中，通过JSON文档中的HTTP URL进行链接; （b）图像纹理和阴影贴图在所谓的光照贴图纹理中合并在一起，并再次单独存储在二进制图像文件以及envmaps中以编码反射和折射。通过直接使用二进制文件，我们可以通过XMLHttp请求级别2使用JavaScript类型的数组缓冲区来发送和接收二进制数据。

烘焙服务

烘焙服务是一种远程Web服务，以JSON场景表示形式作为其输入，计算光照贴图，反射和折射的环境，并以符合输入的格式存储增强图形信息，从而实现反馈创作循环。

光照纹理这是用于表示增强纹理图像的术语，其结构如图3所示。该图显示了由桌面和办公椅遮蔽的镶木地板的纹理。烘烤的光照贴图混合在物体纹理的顶部，因此在环境的交互式探索期间，在运行时无意义地进行动态光计算。

该接口服务公开了一个简单而富有表现力的类似REST的HTTP API：POST / bake，以请求烘焙作业; GET / jobs，以获取有关当前正在运行的作业的信息; GET / jobs / {id}，了解特定运行作业的状态（由id引用）; DELETE / jobs / {id}停止并删除正在运行的作业。 封装在POST面包请求中的单个整数值综合地控制了光贴图纹理的预期输出质量。API通过JSON Web令牌进行身份验证并与主叫用户相关联。 请求由Node.js Web服务器处理，使用Express.js来简化和清晰的路由请求。

过程

烘焙过程最终由Blender执行，并且通过其循环渲染引擎执行，该引擎实现了基于物理的光线跟踪算法。 Blender可以通过Python脚本进行控制和配置，并实现了基于CUDA的并行渲染的即开即用。这些功能与项目的开源性质以及用户和开发人员广泛而活跃的社区结合在一起，强烈地引导着我们对烘焙引擎的选择。

烘焙服务通过Python脚本控制Blender。首先解析输入的JSON场景。由于输入本质上是从编辑器导出的Three.js场景图，因此每个已解析的实体必须转换为类似的Blender的数据结构。虽然Blender的表现力 - 例如在适用的材料方面 - 远远大于相应的Three.js，但是类似结构之间的映射可以简单和直观地定义。我们进行了实证研究，以确定参数值的最佳性能映射。

一旦输入已被解析并映射到Blender中，就可以进行真正的烘焙过程：对于场景内的每个对象，创建（或“烘烤”）并存储相应的光照纹理。过程完成后，通过电子邮件通知发送作业的用户，并提供链接，直接访问Web VR资源管理器，或者再次在Web编辑器中进行迭代。烘烤过程之前和之后的纹理图像的比较如图4所示。很容易理解增强的现实主义。

度量在下文中，我们提供一些指示性指标来了解处理时间的大小。如图4和图7所示，要使用CUDA驱动程序，在3：6 GHz Intel Core i7-3820处理器上使用16 GB RAM和NVIDIA GeForce GTX 670（2 GB的VRAM）作为图形处理器。场景由206个具有8个灯光的物体组成。值得注意的是，室内装潢师通常会等待相当的时间才能渲染一个真实的画面。相反，我们的系统可以进行完整的虚拟环境探索。

3.2 Web 3D编辑器

编辑器（如图5所示）本质上是一个简化的无CAD服务器的Web应用程序，包括设计人员可能习惯的几种交互工具。 它允许以下操作：（i）添加/删除对象（标准3D格式的基本或复杂对象，例如obj，3ds等）和灯（环境，方向，点，点）到场景图; （ii）翻转/旋转/缩放物体/灯光; （iii）更改与各种物体/光线相关的材料和具体参数; （iv）作为JSON文档导入/导出场景; （v）要求烘焙服务处理现场并做出准照片写实，获取有关请求状态或中止请求的信息。 此外，编辑提供了一个可以添加到现场的3D漂亮模型（大部分互联网免费提供的家具）的目录。

3.3 Web VR Explorer

Web VR Explorer11允许由烘焙服务处理的准照片写实场景的第一人称导航。 通过碰撞检测和可以打开的2D地图来增强虚拟旅游体验，以便在大场景中方便用户定向（参见图7）。 可穿戴设备的立体视图（见图8）支持像Google Cardboard这样的设备。

我们通过静态3D模型支持室内环境的虚拟漫游方式，并允许无限制的用户交互[Shi和Hsu 2015]。 已采用各种技术来保持较高的帧率。 为了消除场景中的灯光，避免计算上昂贵的光效应实时计算，因为照片写实的照明信息直接贴在纹理上，导致轻量级渲染循环。 聪明

11Demo可从http://cvdlab.github.com/bak3d-demo获得。

碰撞检测方案大大减少了铸造光线要考虑的物体的数量。 场景的对象以八叉树组织，在场景加载时间动态计算一次[Ericson 2004]（将进一步调查服务器端的spa-tial索引）。 因此，在每个重画帧重新进行交叉测试，但仅针对限定数量的对象，即存在于观察者的相同八叉树单元中并且更接近她的对象。

指标在我们的测试中，我们将消费者标准硬件MacBook Air 13英寸，2012年中期作为参考。在这台机器上，使用浏览器Google Chrome的“现代绿地”现场探索，以60 fps不间断地执行。

4。结论

在本文中，我们讨论了一个简化的视觉3D工作流程，以便在网络客户端（台式机，平板电脑和移动设备，到达可穿戴式产品，如Google Cardboard）上提供高级用户体验。紧凑的3D数据结构由浏览器上的编辑器生成，传输到远程Web烘焙服务，并以高现实性和帧率作为实时愉快的VR体验。我们目前正在提供多种优化方案，其中包括一种基于门户网站和环境区分的内存场景解决方案，从而仅需要一部分整个生成的数据。我们还致力于使用新颖的LAR（线性代数表示）数据结构自动化生成内置环境[Dicarlo et al。 2014。这里讨论的项目实际上是一个更大的程序的一个组成部分，提供室内地图和室内/室外三维重建模型，从（a）道德文件和/或建筑图纸开始，（b）户外/室内无人机飞行及其返回一套照片和生成点云。可能的应用范围从小区域和公共建筑中的安全执行，电子商务到虚拟访问文化遗产，到严肃的游戏等等。

12通过https://github.com/collinhover/threeoctree库

参考

AGENJO，J.，EVANS，A.，AND BLAT，J。2013。Webglstudio：用于webgl场景创建的管道。在Proceedings of the 18th International Conference on 3D Web Technology，ACM，New York，NY，USA，Web3D'13,78-82。

DICARLO，A.，PAOLUZZI，A.，AND SHAPIRO，V. 2014。拓扑结构的线性代数表示法。 COMPUT。辅助设计二○○六年一月四十六日。

DIEPSTRATEN，J.，GORKE，M.，AND ERTL，T。2004. Remote line rendering for mobile devices。在计算机图形学国际会议上，2004. Proceedings，454-461。

DOELLNER，J.，HAGEDORN，B.，AND KLIMKE，J. 2012.基于服务器的渲染大型3D场景的移动设备使用g-buffer立方体地图。在第17届国际3D Web技术会议论文集，ACM，纽约，纽约，美国，Web3D'12,97-100。

DOS SANTOS，M.C.，PEDRINI，H.，AND BATTAIOLA，A.L.Lout。用于在具有有限图形处理能力的计算机上呈现web 3d虚拟环境的架构。在第十五届巴西多媒体和网络研讨会（ACM，纽约，纽约，美国，WebMedia 09，30：1-30：8）的前瞻性研究中，

ERICSON，C。2004.实时碰撞检测。 CRC Press，Inc.，Boca Raton，FL，USA。

JOON，J. S. 2010. 2010年的光致真实性原理开发界面设计的光 - 可视化：评论。计算机图形学，影像与可视化（CGIV），2010年第七届国际会议，17-25。

LAMBERTI，F.，ZUNINO，C.，SANNA，A.，FIUME，A.，AND

MANIEZZO，M。2003.加速的远程图形架构pdas。在第八届国际3D网络技术会议论文集，ACM，纽约，纽约，美国，Web3D '03，55-ff。

QUAX，P.，GEUNS，B.，JEHAES，T.，LAMOTTE，W.，AND VAN-

SICHEM，G.2006。关于在移动设备上远程呈现网络虚拟环境的适用性。在系统和网络通信中，2006. ICSNC '06。国际会议16-16。

史，S.，和HSU，C.-H.互动远程渲染系统的调查。 ACM计算监测网。 47，4（5月），57：1-57：29。

WANG，N.，AND DOUBE，W. 2011.真正的真实？一种用于量化数字图像中的视觉真实感的觉察动机系统。在多媒体和信号处理（CMSP）中，2011年国际会议，vol。 2，141-149。