可编程渲染管线概述

Tim Cooper, 一月 31, 2018

在2018.1 beta版中介绍的可编程渲染管线（SRP）是一种由C＃脚本控制的配置执行Unity中的渲染的方式。在编写自定义渲染管线之前，理解我们在说的渲染管线究竟是什么是很重要的。

**什么是渲染管线**

“渲染管线”是用于将对象放到屏幕上的许多技术的总称。它包含以下的高级概念：

## 剔除

## 渲染对象

## 后期处理

除了这些高级概念之外，每个部分都可以进一步细分，具体取决于您想要如何执行它们。 例如，渲染对象可以使用以下方法执行：

## 多通道渲染

每道光每个物体一个通道

## 单通道渲染

每个物体一个通道

## 延迟渲染

将物体表面属性渲染到G缓冲区，然后再执行屏幕空间照明。

在编写自定义SRP时，这些决定是您需要做的。每种技术都有许多权衡需要去考虑。

**演示项目**

本文讨论的所有功能都包含在GitHub上的演示项目中

**渲染入口点**

在使用SRP时，您需要定义一个控制渲染的类; 这是您将要创建的渲染管线。入口点是一个使用渲染上下文（render context）（下面会介绍到）和相机列表渲染的“Render”调用。

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4 | public class BasicPipeInstance : RenderPipeline  {     public override void Render(ScriptableRenderContext context, Camera[] cameras){}  } |

**渲染管线上下文（Render Pipeline Context）**

SRP使用了延迟执行的概念。你作为用户建立一系列命令（command）然后执行它们。用于构建这些命令的对象就叫做“ScriptableRenderContext”。 当您填充了上下文后，您可以调用“Submit”来提交所有排队等待的绘图调用（draw call）。

例如，使用由渲染上下文执行的命令缓冲来清除渲染目标：

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9 | // Create a new command buffer that can be used  // to issue commands to the render context  var cmd = new CommandBuffer();    // issue a clear render target command  cmd.ClearRenderTarget(true, false, Color.green);    // queue the command buffer  context.ExecuteCommandBuffer(cmd); |

一个并不激动人心的渲染管线例子:)

这是一个简单的清除屏幕的渲染管线例子。

**剔除**

剔除是计算出将什么渲染到屏幕上的过程。

Unity中的剔除包括：

**·**视锥体剔除（Frustum culling）：计算相机近平面和远平面之间的物体。

**·**遮挡剔除（Occlusion culling）：计算哪些对象隐藏在其他对象的后面并从渲染中排除它们。想了解更多信息，请参考[Occlusion Culling docs](https://docs.unity3d.com/Manual/OcclusionCulling.html)。

渲染开始时第一步就是计算需要渲染的东西。这牵涉到相机以及在相机的透视区域执行剔除操作。

剔除操作返回一系列可渲染到相机上的对象和灯光。这些对象稍后将在渲染管线中使用。

**SRP中的剔除**

在SRP中，您通常从相机的透视区域渲染对象。这是Unity用于内置渲染的相机对象。SRP为剔除提供了许多API。通常流程如下：

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15 | // Create an structure to hold the culling paramaters  ScriptableCullingParameters cullingParams;    //Populate the culling paramaters from the camera  if (!CullResults.GetCullingParameters(camera, stereoEnabled, out cullingParams))      continue;    // if you like you can modify the culling paramaters here  cullingParams.isOrthographic = true;    // Create a structure to hold the cull results  CullResults cullResults = new CullResults();    // Perform the culling operation  CullResults.Cull(ref cullingParams, context, ref cullResults); |

得到填充的剔除结果现在可以用于执行渲染了。

**绘制**

现在我们有一组剔除操作的结果，我们可以将它们渲染到屏幕上。但是有很多可以配置的东西，所以我们需要先做出一些决定。这些决定将由以下方面驱动：

**·**您将执行渲染管线的硬件

**·**您希望实现的特定外观和感觉

**·**您正在制作的项目类型

例如，一个移动2D 横板游戏与PC高端第一人称游戏。这些游戏具有截然不同的要求所以它们的渲染管线也大不相同。会造成下面这些具体的真实的例子：

**·**高动态光照渲染（HDR）和低动态光照渲染（LDR）

**·**线性（Linear）与伽马（Gamma）

**·**多重采样抗锯齿（MSAA）与后期抗锯齿

**·**基于物理的材质和普通材质

**·**光照和无光照

**·**光照技术

**·**阴影技术

在编写渲染管线时做出这些决定将能帮助您确定编辑时的许多设置。

现在，我们将演示一个简单的没有灯光的渲染器，可以渲染某些不透明对象。

**过滤：渲染存储区和图层**

通常，渲染对象具有特定的分类，它们是不透明，透明，子表面或其他一些类别。Unity使用队列的概念来表示何时渲染一个对象，这些队列形成一个对象（物体上的材料）缓存区。从SRP调用渲染时，您可以指定要使用的缓冲区的范围。

除了存储缓存区之外，标准的Unity层也可以用于过滤。

这提供了通过SRP绘制对象时额外过滤的功能。

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12 | // Get the opaque rendering filter settings  var opaqueRange = new FilterRenderersSettings();  //Set the range to be the opaque queues  opaqueRange.renderQueueRange = new RenderQueueRange()  {  min = 0,;  max = (int)UnityEngine.Rendering.RenderQueue.GeometryLast,  }  //Include all layers;  opaqueRange.layerMask = ~0; |

**绘制设置：应该如何绘制**

过滤和剔除决定了需要绘制的内容，但是接下来我们需要确定如何渲染它。SRP提供了多种选项来配置渲染通过过滤的对象。'DrawRenderSettings'结构就是用于配置这些数据的结构。这个结构允许配置很多东西：

**·**排序 - 对象渲染的顺序，包括从后到前和从前到后。

**·**渲染器标志 - 从Unity传递到着色器的内置设置，这包括每个对象的光探针，每个对象的光照贴图以及类似物。

**·**渲染标志 - 应该使用什么算法进行批处理，实例化还是非实例化。

**·**着色器通道 – 当前的绘制调用应该使用哪一个着色器通道

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11 | // note that it takes a shader pass name  var drs = new DrawRendererSettings(Camera.current, new ShaderPassName("Opaque"));  // enable instancing for the draw call  drs.flags = DrawRendererFlags.EnableInstancing;  // pass light probe and lightmap data to each r  drs.rendererConfiguration = RendererConfiguration.PerObjectLightProbe | RendererConfiguration.PerObjectLightmaps;  // sort the objects like normal opaque objects  drs.sorting.flags = SortFlags.CommonOpaque; |

**绘制**

现在我们有三个需要发起绘制调用的东西：

**·**剔除结果

**·**过滤结果

**·**绘制结果

我们可以发起绘制调用！像SRP中的所有东西一样，一个绘制调用作为调用进入到上下文中。在SRP中，您通常不会渲染单个网格物体，而是发起可以一次渲染大量物体的调用。这减少了脚本执行开销，并允许在CPU上快速执行作业。

我们结合我们一直在编辑的功能发起绘制调用。

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4  5 | // draw all of the rend  context.DrawRenderers(cullResults.visibleRenderers, ref drs, opaqueRange);  // submit the context, this will execute all of the queued up commands.  context.Submit(); |

这会将对象绘制到当前绑定的渲染目标中。如果您愿意，您可以使用命令缓冲区来切换渲染目标。

渲染不透明对象的渲染器可以在这里找到：

<https://github.com/stramit/SRPBlog/blob/master/SRP-Demo/Assets/SRP-Demo/2-OpaqueAssetPipe/OpaqueAssetPipe.cs>

这个例子可以进一步扩展为透明渲染：

<https://github.com/stramit/SRPBlog/blob/master/SRP-Demo/Assets/SRP-Demo/3-TransparentAssetPipe/TransparentAssetPipe.cs>

这里要注意的重要一点是，渲染透明时，渲染顺序会更改为从后到前。

我们希望这篇文章能够帮助您开始编写自己的自定义SRP。

**Spotlight团队最佳实践：在Unity**

**中制作真实的视觉效果**

**作为Spotlight团队的一员，我很幸运能够参与一些非常有趣的项目。Unity的Spotlight团队和客户一起开发游戏，而我的主要任务是帮助开发人员实现项目所需的外观和质量。我在业内听到了许多故事并能够确定内容创作者面临的常见问题。我所从事的几个项目旨在实现相当逼真的视觉效果。鉴于该项目的艺术内容，我们如何在Unity中创造一个看起来可信的场景？**

为了制作真实的视觉效果我们需要涵盖许多主题。在这篇文章中，我将讨论光照和渲染设置。 接下来，我还会分享我们的Spotlight隧道示例场景，并解释如何使用它来学习和练习。

准备Unity渲染设置

了解如何使用Unity的渲染功能来模仿真实世界能帮助您实现项目的视觉目标。

**线性渲染模式**

简而言之，这将Unity设置为使用物理上精确的数学进行光照和阴影计算，然后将最终输出转换为最适合显示器的格式。

要指定伽马或线性工作流程，到**Edit** > **Project Settings** > **Player**并打开**Player Settings**。

然后到**Other Settings** > **Rendering**将**Color Space** 改为 **Linear.**

定义色彩空间应该是你项目中最早做的决定之一，因为它对最终的阴影和光照效果影响很大。

**渲染模式**

在Spotlight隧道示例场景中，我们使用延迟渲染路径。这使得内容创作者可以高效地处理多个动态灯光，组合多个反射立方体贴图，并且可以使用Unity 2017+中现有的屏幕空间反射功能。

如果要设置它，请转到Graphic Settings > Rendering Path 或者 Camera > Rendering

你可以在这部分的Unity文档中找到更多关于渲染模式的信息。

**高动态范围（HDR）相机。**

当渲染真实的类似现实生活中照明时，内容创作者将处理亮度高于1（高动态范围）的照明值和发射表面。这些值需要重新映射到适当的屏幕范围（这称为色调映射）。此设置对于允许Unity相机处理这些高值而不剪切它们至关重要。

要启用此功能，请选择场景中的主摄像机，并确保在选定摄像机的检查器选项卡中选中了HDR。

**HDR光照贴图编码。（可选的）**

Spotlight 隧道示例场景并没有使用烘焙照明，但是，如果您打算使用高强度（HDR）烘焙照明，我们建议您将光照贴图编码设置为HDR光照贴图以确保烘焙光照的结果是一致的。

该选项可在Edit > Project > Player settings > Other settings > Lightmap encoding中找到（仅适用于Unity 2017.3+）。

光照贴图编码的详细信息可以在手册中找到。

**场景色调映射器（后处理流程的一部分）**

要正确显示HDR照明，需要在项目中启用色调映射器。确保首先从Asset Store安装Unity Post Processing Stack（版本1）。

在项目中创建一个后期处理资产并配置如下：

**·启用 色彩分级>色调映射器> ACES**

（学术标准颜色编码）

**·启用抖动显示。**抖动显示允许场景减轻由HDR场景输出的8位/通道引入的条纹伪像。

现代引擎使用这种技术来规避16M色彩输出的限制。现在只剩下色调映射器的其余设

置。

**·**选择“Main Camera”并添加**Post Processing Behaviou**r组件。

**·**将之前创建的后期处理配置文件分配给配置文件插槽。如果您想使用后期处理堆栈版本2，请参阅软件包的自述文件，因为它目前处于测试阶段。

**·为视窗启用图像效果。**

这使您可以在使用场景视图的同时始终查看色调映射器。

注意色调映射中高亮显示和黑色隧道值分离的改进。如果您查看非色调贴图场景，您可以看到高光没有收敛到统一的颜色。（这种情况下通常是淡黄色）。

该设置本质上试图复制数码相机如何捕捉具有固定曝光（没有启用曝光适应/眼睛适应功能）的场景。

在这一点上，内容创作者已经实现了正确的应该给出靠谱结果和广泛内容的基础场景渲染设置。

**光照和设置**

Unity迎合了许多不同的光照策略/系统和项目场景。我们建议您查看我们关于光照模式和设置的大量文档，以了解所有不同的选项。

然而，为了快速迭代和简单化，响应式视觉反馈是必要的。

出于这个原因，点光源隧道颜色场景使用实时全局光照（GI）来实时照明。这将给我们一个很好的镜面反射范围，很好的反弹照明，让我们可以随意更改我们的灯光。

**实时GI +光探头 实时照明**

回到光照本身，一个典型的白天室外场景，可以分为3个光照组件：

1. 天空盒
2. 方向光（太阳光+局部光）
3. 间接光照（全局光照）

在这个阶段，内容创作者假设拥有正确纹理的网格以及组合场景。

**室外照明和设置**

**初始化半球灯光**

室外照明的第一个组件是半球光照，称为环境照明。这是一个幻想的天空光照。夜空的贡献微乎其微，白天的天空却有着非常光亮的贡献。天空盒设置可以在“Lighting”选项卡（Window > Lighting > Settings > Environment）下找到。

首先，首选程序天空盒材料而不是HDRI立方体贴图。在项目中创建一个新材质，命名为SkyMaterial，然后将其设置为Skybox / Procedural。

将其分配给灯光选项卡>Scene中的环境Skybox材质。

此时场景有点亮。这是有环境但不完全正确的半球照明。现在我们将把它单独留下。

**定向光**

典型的日光或月光是接近无穷远距离的光源，具有平行的光线方向和阴影。它们通常用定向光来表示。

**间接照明/全局照明。**

定向光线+环境本身不会产生真实的光照。适当的半球照明需要遮挡天光。我们还需要模拟阳光反射场景中的物体。当前的天空平滑渲染场景的单个颜色值。这就是为什么实时全局照明或烘培照明需要计算遮挡和间接反射照明。为了实现这一点，请按照下列步骤操作：

**·**确保所有需要为实时GI或烘焙做出贡献的网格均使用启用光照贴图静态和反射探针静态标记。这些通常是大的静态网格。

**·**接下来，在Lighting选项卡>Scene>Realtime Lighting中启用实时全局照明（保留默认媒体设置）。

**·**点击生成光照或勾选自动生成。

哇，光照生成后场景现在变黑了。更糟的是，场景的某些元素不合适 - 注意电车和背景上的门。

当前场景中的静态物体具有合适的半球遮挡和来自定向光源的间接反射响应，但其余物体缺乏适当的照明设置。

**光探针和反射探针。**

在动态对象或非光照贴图对象接收实时/烘焙全局照明时需要在场景中分布光探针。确保在动态照亮对象所在或将通过的区域（如玩家）附近高效地分布场景光线探测器组。在手册中了解更多关于Light Probe Group的信息。

再次点击Generate Lighting或者如果勾选Auto Generate，等待预光照计算完成。

电车和背景门更好地接地，但反射看起来不合适。 天空倒影遍布整个地方，并出现在隧道内。 这是反射探头进来的地方。根据需要有效地将适当覆盖的反射探头放置在场景中。 在上面的场景中，主房间一个反射探测器就足够了，每个隧道内部都有两个反射探针。

通常128像素立方体贴图分辨率使用框投影对于典型情况来说是一个很好的基线，并且会保持记忆以及缩短反射烘烤时间。

这里有更多关于反射探头的相关信息。

场景现在看起来合适且有凝聚力是真实场景的重要组成部分。但是，一切都比以前更加黑暗，远不及真实的质量。

**HDR照明值**

许多内容创作者并没有意识到，实际上，半球照明和阳光是非常明亮的光源。它们比1的亮度要亮得多。这就是HDR照明发挥作用的地方。

现在，关闭方向灯，然后将SkyMaterial Exposure设置为16。 这会给你一个很好的想法，适当的半球照明对场景有什么作用。

物体开始看起来很真实。把场景想象成一个阴天，太阳光完全散射到天空中，所以没有方向性光线。

此时，您可以以更高的值将阳光重新引入场景。 尝试启动Intensity 5。 尽管太阳看起来接近白色，但重要的是定向光线颜色的选择要恰当，因为来自强烈太阳的间接颜色的影响可以戏剧性地改变场景的外观。

现在，太阳（定向光）看起来像高能光源，正如现实生活中预期的那样。场景在这一点上看起来相当真实。

**屏幕空间环境光遮蔽与屏幕空间反射**

虽然场景照明在这一点上看起来不错，但您还可以将其他细节添加到场景中以进一步推进。 由于在实时地理信息系统中为了合理的性能设置了有限的分辨率，烘烤细节遮挡通常是不可能的。 这是Screen Space Ambient Occlusion可以提供帮助的地方。 在环境遮挡下的后期处理配置文件中启用SSAO。 此示例的设置被设置为强度0.5，半径为1，中采样数量w /降采样和环境仅检查启动。