



游戏中的GPU粒子模拟系统

NVIDIA APEX Engineering Manager

David Sullins



简介

- 游戏一般用图形粒子来做效果
- 物理粒子模拟来实现交互效果
- **CUDA** 和 **DirectCompute**大大降低了**GPU**编程的门槛
- 综合这些因素，把整个粒子模拟渲染系统放在**GPU**上成为了现实



GPU粒子碰撞

- 模拟大量粒子和环境的互动
 - 枪械武器的碎片效果
 - 火花粒子效果
- 此粒子为无相互作用的球体
- 渲染时用碰撞点法线来确定非球形物体的朝向
 - 长条木板，石块
 - 薄树叶





GPU 粒子模拟





流体模拟- SPH

- SPH = Smoothed Particle Hydrodynamics
 - 光滑粒子流体动力学
- 用来模拟 *流体或气体*
- 渲染
 - 用Explicit surface rendering方法来渲染液体
 - 用基于sprite的方法来渲染烟、雾
- 例子
 - 粘性液体如 *血液、怪物身上的粘液*
 - 气体如 *烟*



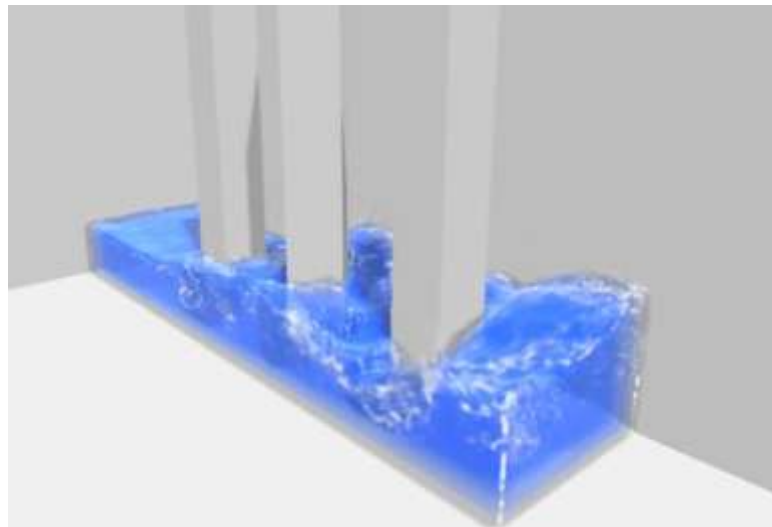
流体模拟实例





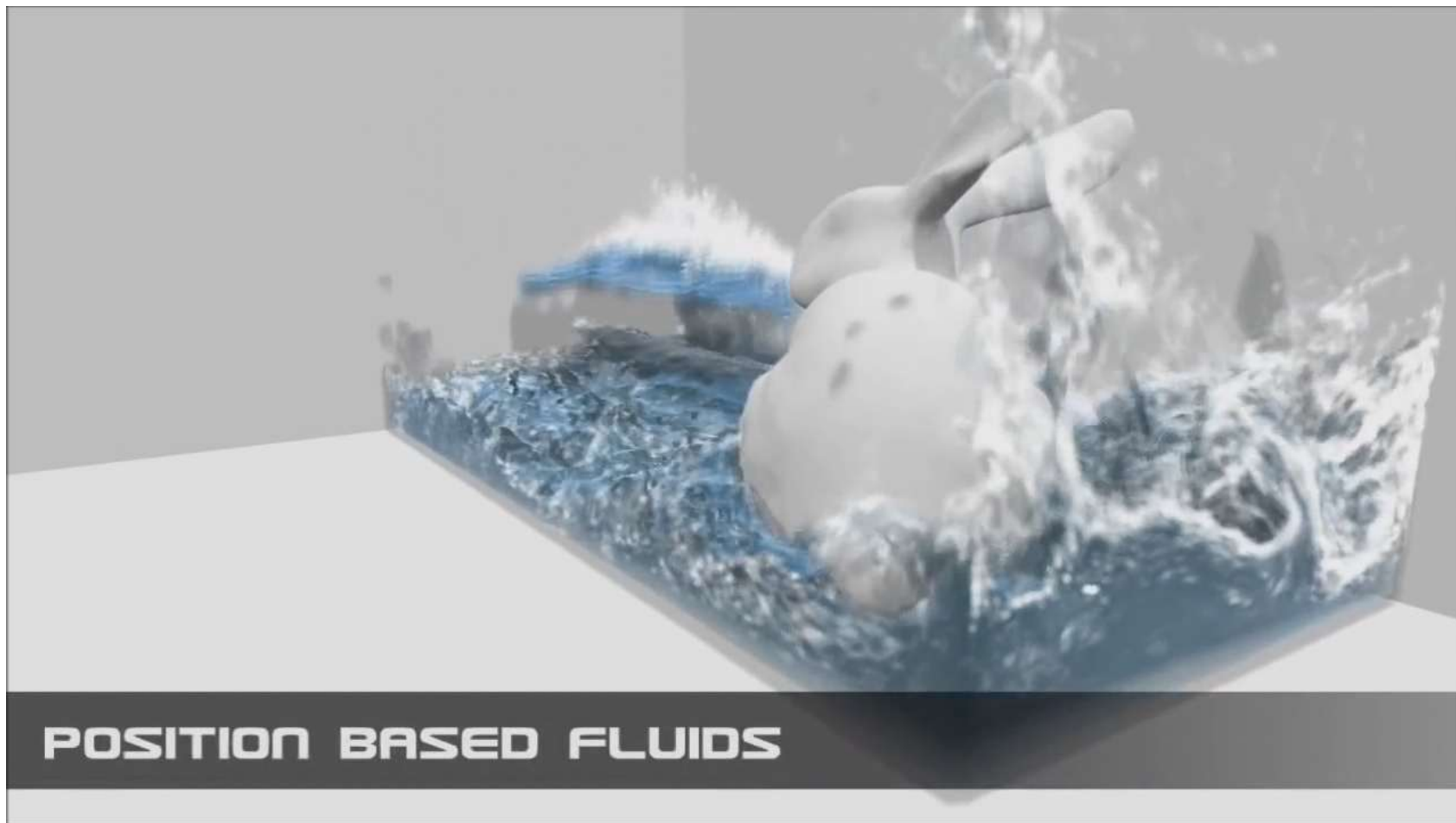
流体模拟-基于位置模拟

- Position-Based Fluids
- 模拟步长较长时更稳定: 可以模拟更多粒子
- 更加适合实时流体模拟
- 支持表面张力
- 支持碰撞
- 适用范围和SPH相同





基于位置的流体模拟实例





湍流介绍

- 基于网格的流体模拟
 - 首先模拟流体:一个在网格内的扰动系统（不可见）
 - 在此系统里加上了GPU粒子的模拟和碰撞
 - GPU粒子模拟时可以对粒子叠加力场
 - 这样粒子会既有湍流扰动效果，又和环境有碰撞，产生互动





基于湍流的烟尘效果

- 湍流模拟可以增强烟尘效果
- 首先模拟一个不可见的扰动系统
- 然后在这个系统里加入GPU粒子使其随着扰动运动
- 渲染粒子时加入自阴影
- 当有物体穿过流体时可以产生一个很棒的烟尘效果
- 如果使用PSM渲染技术（Particle Shadow Mapping）效果会更好



PSM 例子





湍流效果

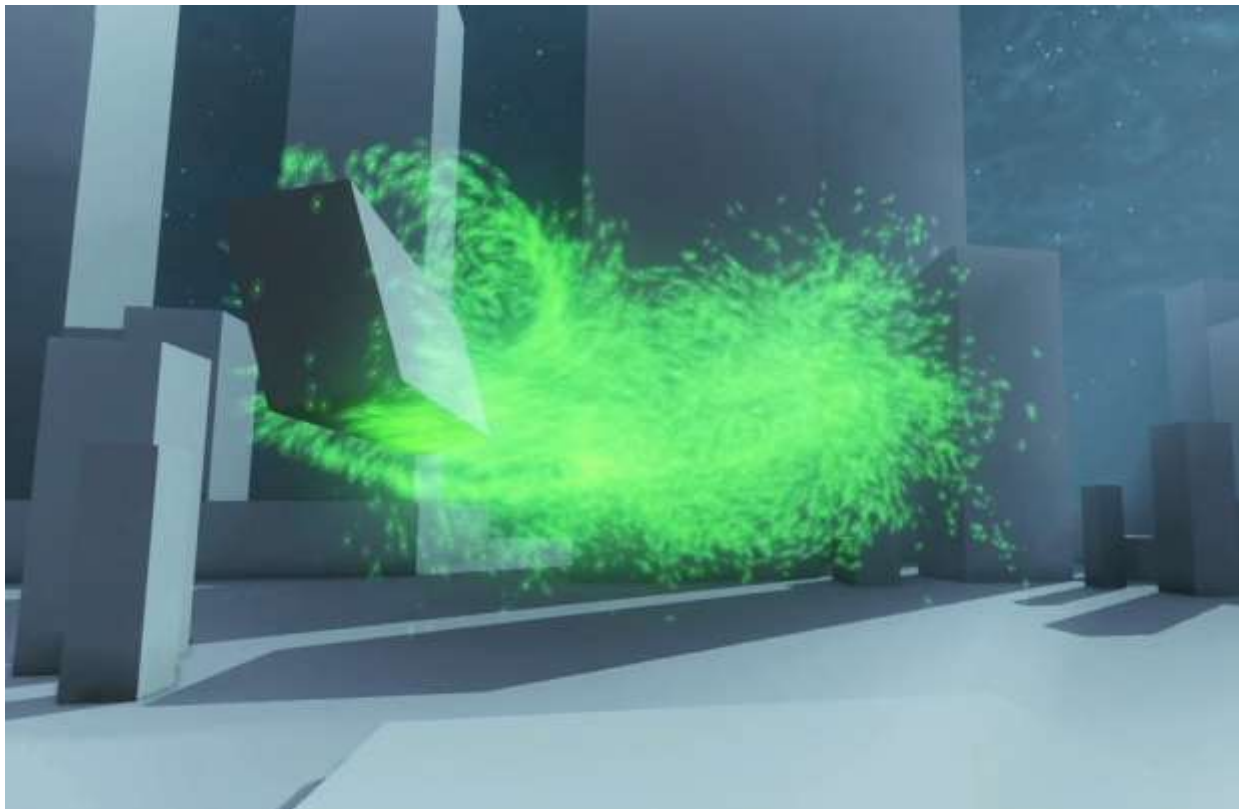
- 移动湍流本身就能产生奇妙的效果





湍流效果II

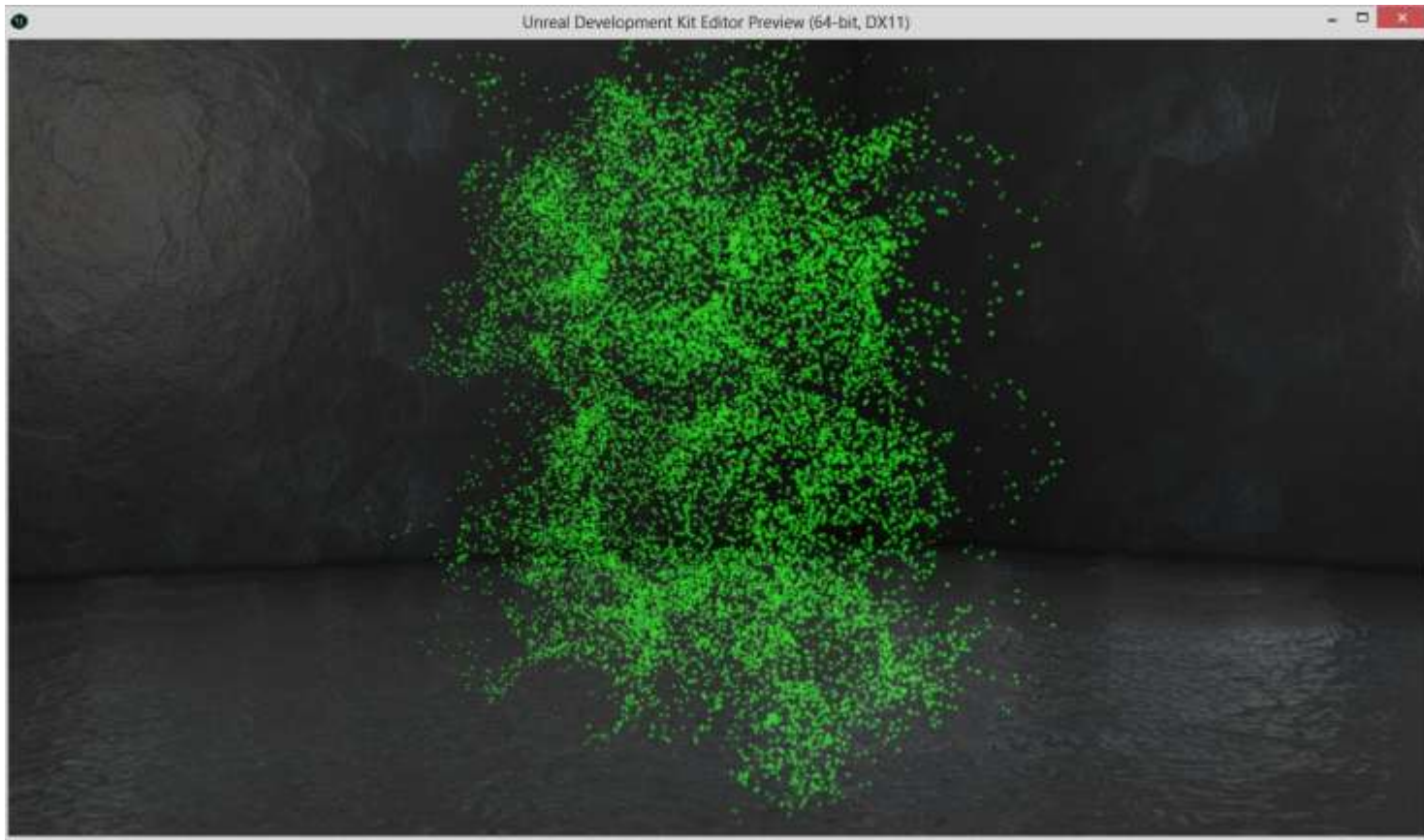
- 让物体穿过湍流产生漩涡





湍流效果III

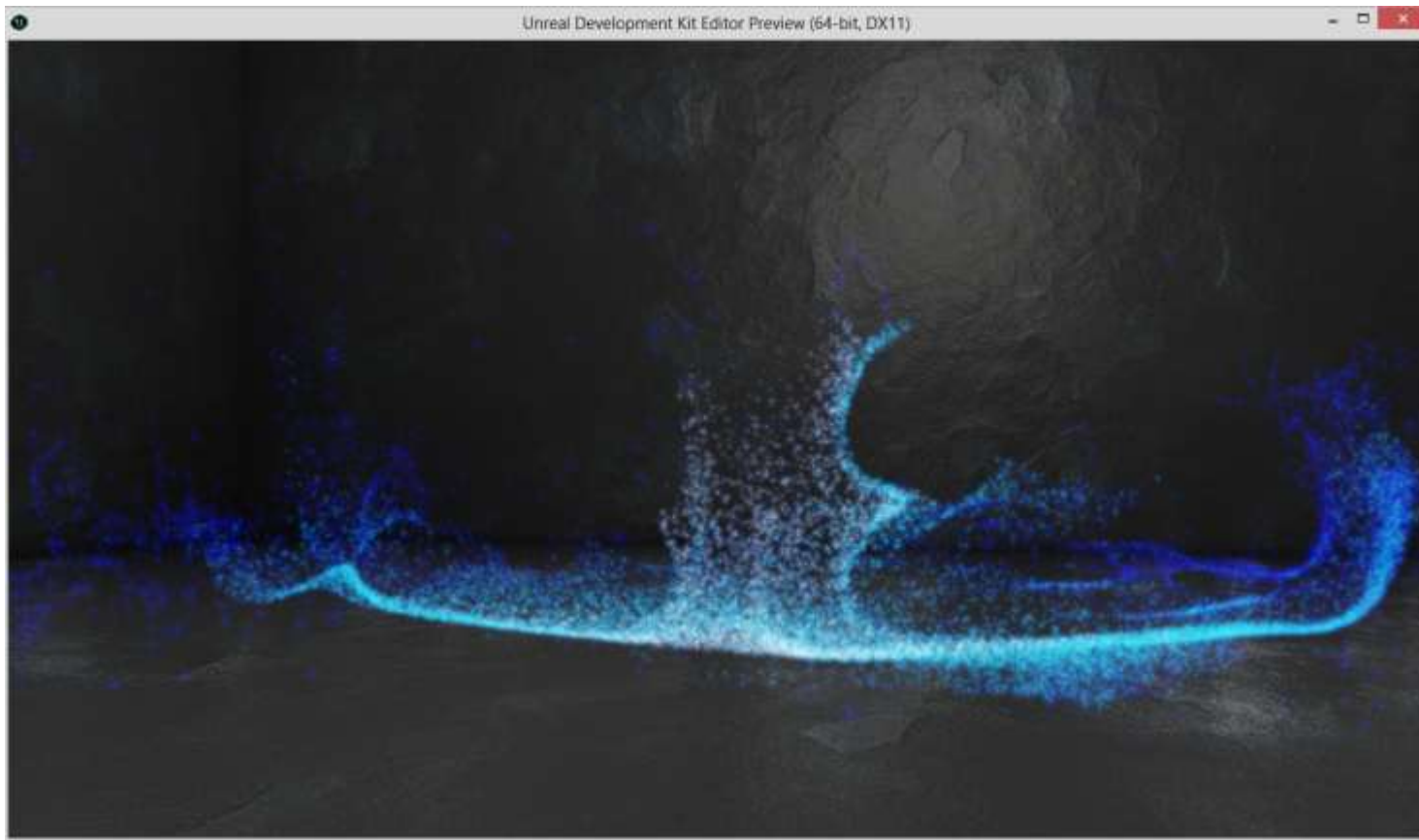
- 加入SDK自带的噪声场在模拟一开始就有漩涡





湍流效果IV

- 热源场产生的效果





湍流+力场

- 你可以把以下力场进行叠加
 - Jets 可以把流体向一个方向推开
 - 吸力(*Attractive*)和推力(*Repulsive*)向四周用力
 - 圆柱型的力场
 - 噪声力场(Noise fields)



湍流在游戏中的应用

- 《机甲世界》 《行星边际2》





湍流的制作

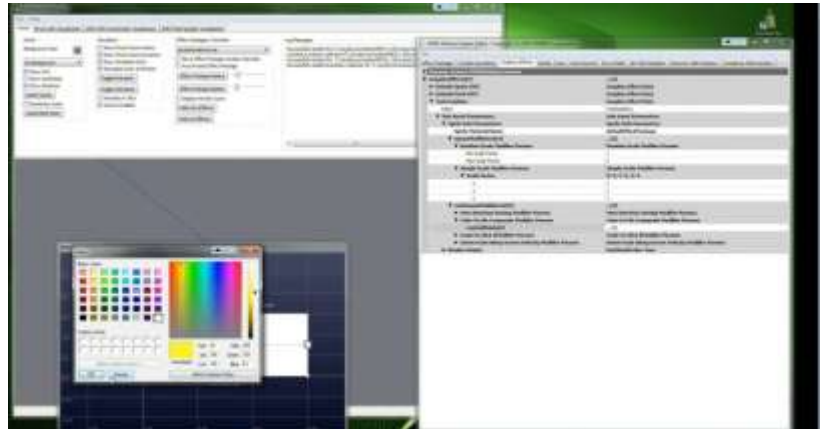
- 我们希望给美术的制作工具：
 - 所见即所得
 - 可以制作多层粒子效果
 - 可以把复杂的粒子效果打包，使得在游戏runtime中容易复现美术制作的效果
 - 制作的时候更改参数能实时预览





湍流的制作

- 叠加多层粒子模拟系统得到最终效果
 - 粒子模拟和碰撞
 - 粒子喷射器参数
 - 湍流系统的模拟
 - 其他力场的加入，
 - 热源场(Heat fields)
 - 噪声场(Noise fields)
 - ...
 - 粒子渲染的选项





问答