WEBGL 在数据可视化中的实践

沈毅

ABOUT ME

- **WebGL** 2011
- **Canvas** 2013
- **ECharts** 2014
- **qtek** 2013

大纲

- ECharts 简介
- 为什么选择 Canvas 及 Canvas 的限制
- WebGL 与 ECharts 的结合
  - 三维空间的可视化
  - 利用 WebGL 加速力引导布局
  - 在前端实现高品质的渲染

ECHARTS 是什么

- 拥有 17k star 的开源前端可视化库
- 声明式的编程接口
- 丰富的可视化类型和交互方式
- 大数据量展现的能力
- 吸引眼球的动画和特效

为什么选择 CANVAS?

- 更灵活的性能优化
- 像素操作的能力
- 能够和 WebGL 更好的结合

越来越复杂的需求

- 我要三维图表
- 我要显示几十万的数据
- 我要一秒内能够完成关系图布局
- 我要大屏上酷炫的特效

越来越力不从心的 CANVAS

- 画路径还是矢量的方式
- 只能“软渲染”三维图形

新世界的大门

WEBGL 能够带来什么

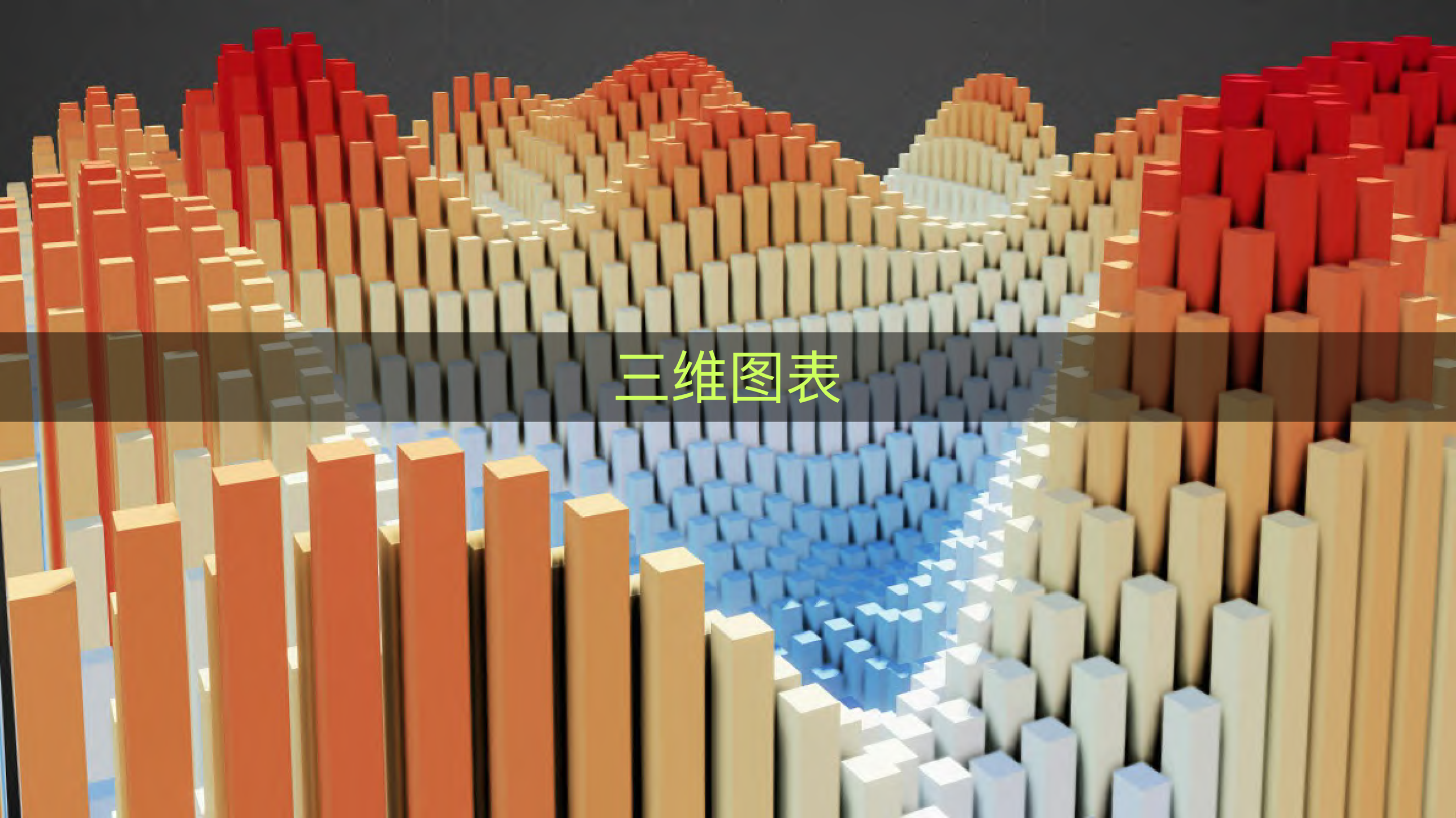
- 三维场景的绘制
- 二维绘制的性能提升
- GPU 通用计算(GPGPU)
- 更加酷炫的效果

能力越大

坑越大

WEBGL 的使用和坑

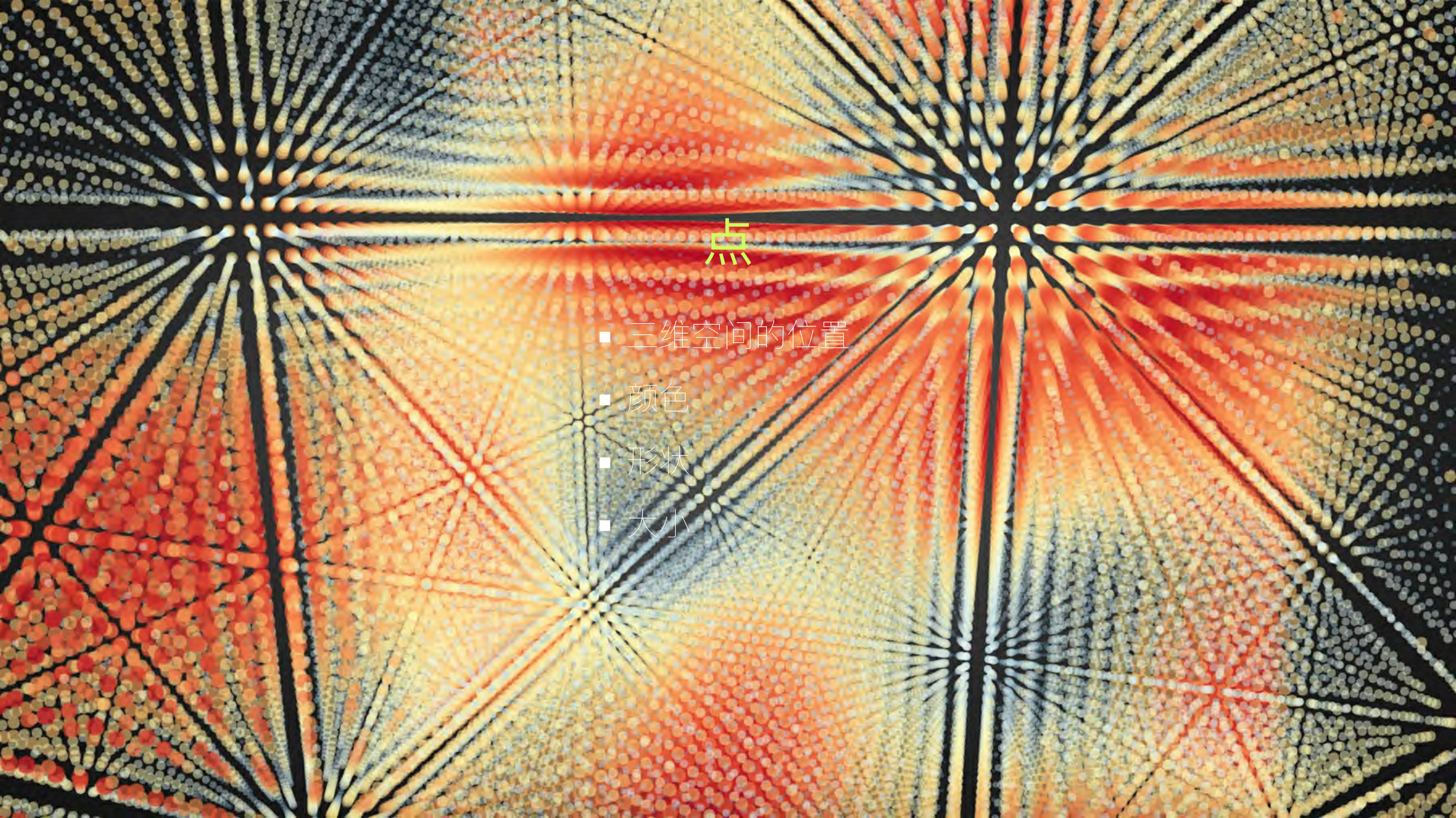
- 三维图表的绘制
- 利用 WebGL 加速力引导布局
- 前端实现高品质的渲染


三维图表

总结起来就是

点 · 线 · 面

画好三维的点线面



点

- 三维空间的位置
- 颜色
- 形状
- 大小

JAVASCRIPT

```
gl.drawArrays(gl.POINTS, 0, 100);
```

VERTEX

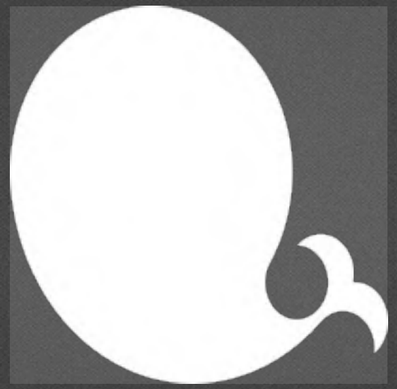
```
attribute float size;

gl_PointSize = size;
```

FRAGMENT

```
gl_FragColor = vec4(1.0);
```

不同形状的点

- 把形状用白色填充到 Canvas 上作为纹理



```
gl_FragColor = color * texture2D(sprite, gl_PointCoord);
```

描边?

- 画轮廓线
- 单独再创建一张描边的纹理
- 单纹理中描边和填充用颜色区分
- Signed Distance Field

SIGNED DISTANCE FIELD（SDF）

- 存储到最近的图像边缘的距离
- Shader 中根据这个距离填色

```
float d = texture2D(sprite, gl_PointCoord).r;
// Antialias
gl_FragColor.a *= smoothstep(0.5 - smoothing, 0.5 + smoothing, d);
```

优势

- 存储空间小，放大后也有清晰的边缘
- 开销小
- 能实现外发光，投影

线

- 折线
- 飞线
- 轮廓线
- 网格线

原生态画线

```
gl.lineWidth(5);
gl.drawArrays(gl.LINES, 0, 100);
```

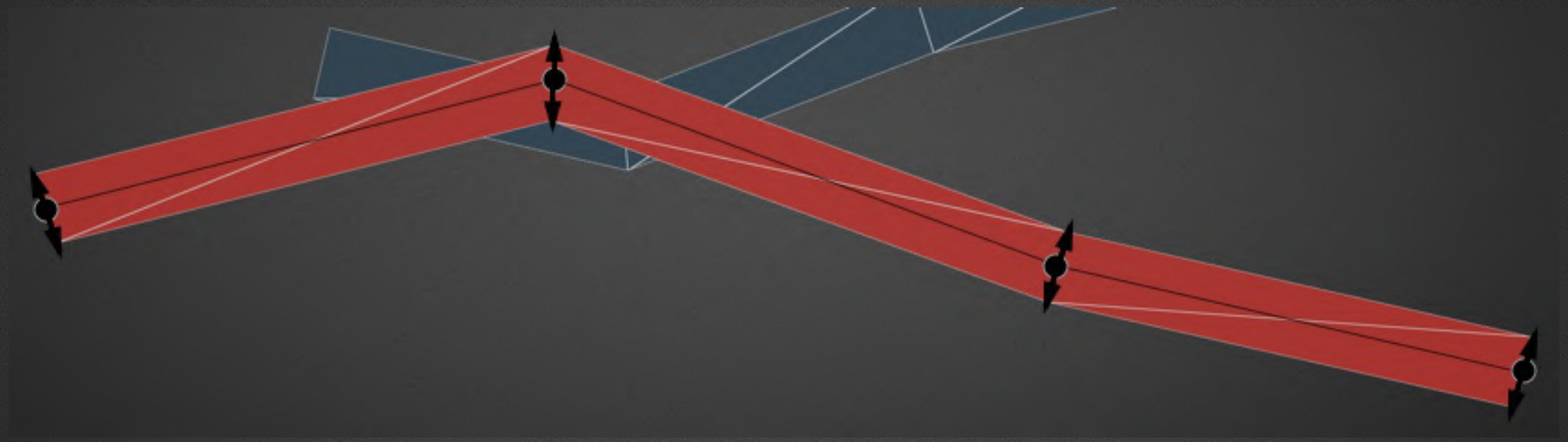
- gl.LINES
- gl.LINE_STRIP
- gl.LINE_LOOP

但是

原生画线方法的各种坑

- 不同的显卡驱动下画线的效果会有细微区别
- 无法控制 lineJoin 和 lineCap
- 有最大线宽的限制，而且 Windows 下最大只有 1

三角化线段



实现屏幕空间固定宽度

```
vec2 dirA = normalize(currScreen - prevScreen);
vec2 dirB = normalize(nextScreen - currScreen);
vec2 tanget = normalize(dirA + dirB);

len *= 1.0 / max(dot(tanget, dirA), 0.5);
offset = tanget;

offset = vec2(-offset.y, offset.x) * len;
currScreen += offset;
```

面

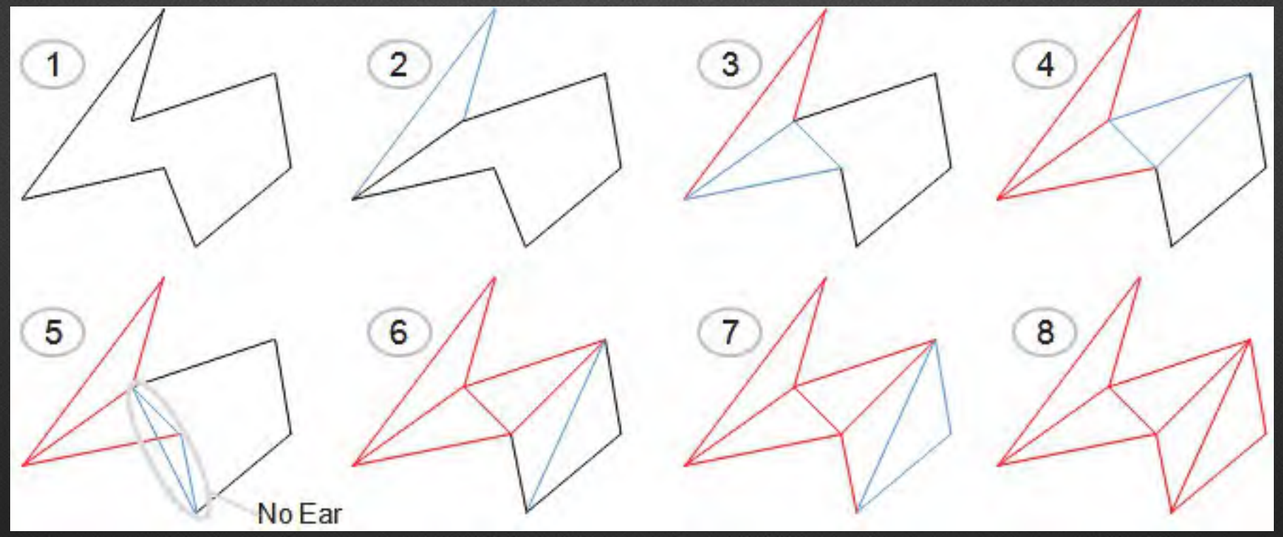
- 三角面
- 程序生成

GEO3D

- 将 GeoJSON 转成 Mesh
- Triangulation
- Extrude

TRIANGULATION - EAR CLIPPING

- 实现简单
- 可以利用空间哈希优化
- 使用链表存储顶点



GPU 的通用计算

WebGL 中实现力引导布局

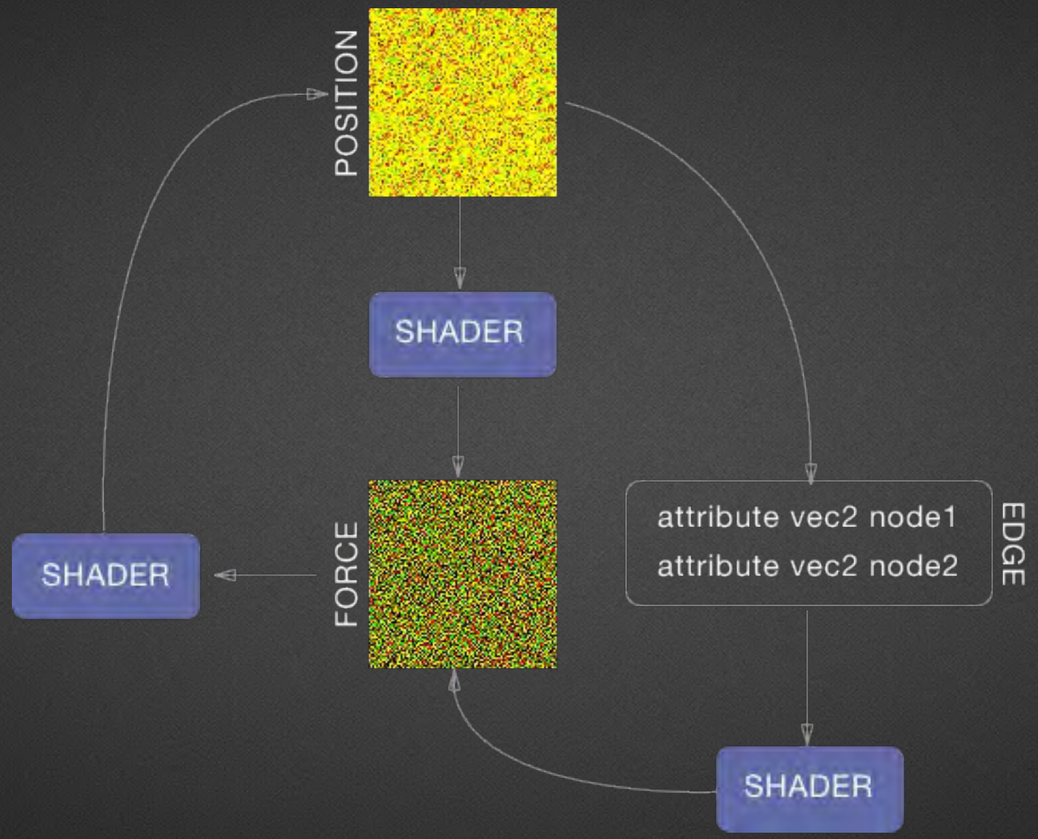
力引导布局介绍

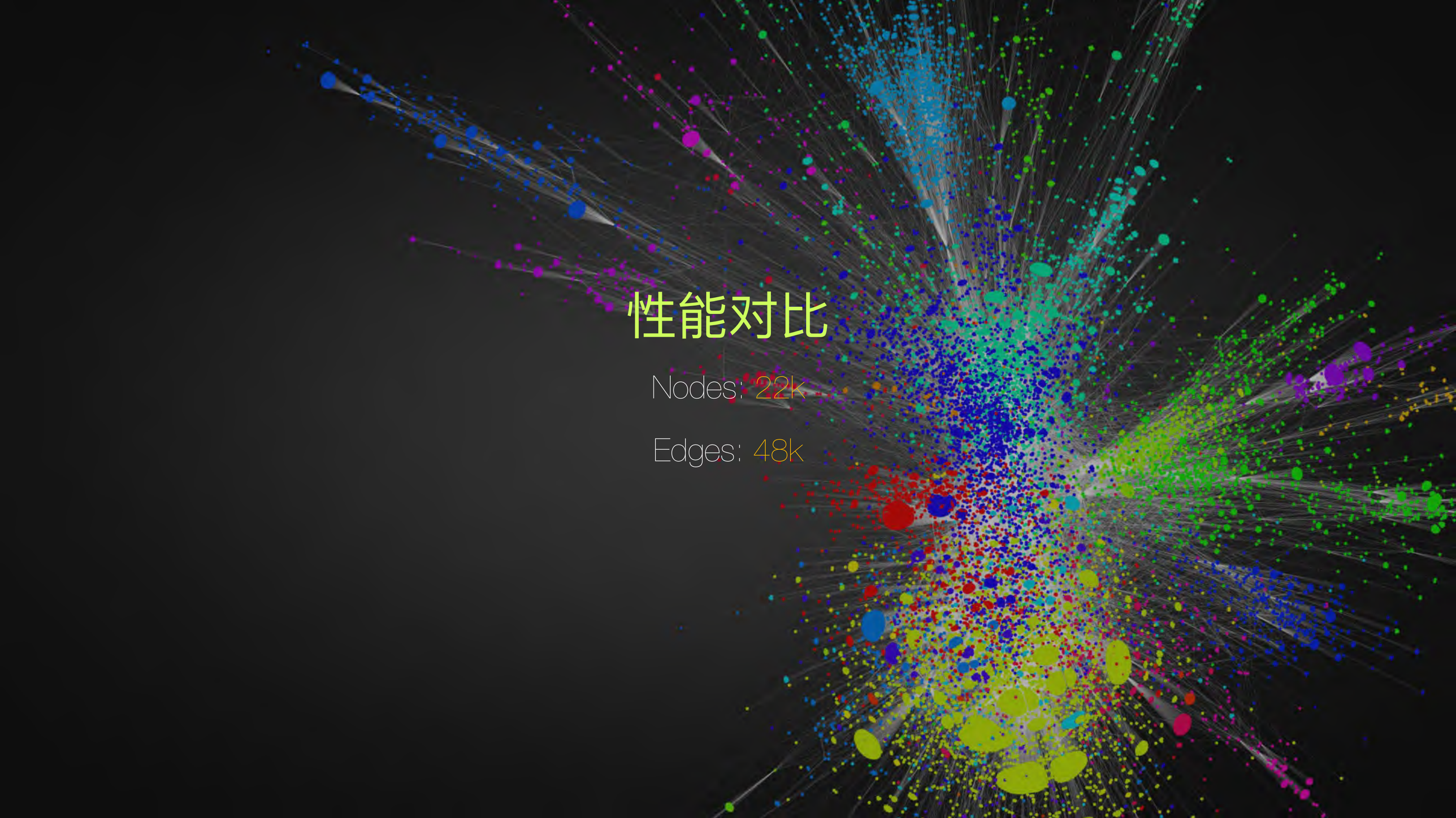
- 用于关系图的布局
- 节点与节点之间模拟斥力，边模拟弹簧的引力
- 每次迭代 O(n2), 需要上百次迭代才能结束

力引导布局的性能优化

- Barnes Hut Simulation
- 多线程？Web Worker
- SIMD?

WEBGL 中实现力引导布局




性能对比
Nodes: 22k
Edges: 48k

原论文

CPU without Barnes Hut: **~41000 ms**

CPU with Barnes Hut: **~400 ms**

Macbook 13 2012

CPU without Barnes Hut: **~28000 ms**

CPU with Barnes Hut: **~1000ms**

GPU: **~260ms**

GTX1070, i7

CPU without Barnes Hut: **~12000 ms**

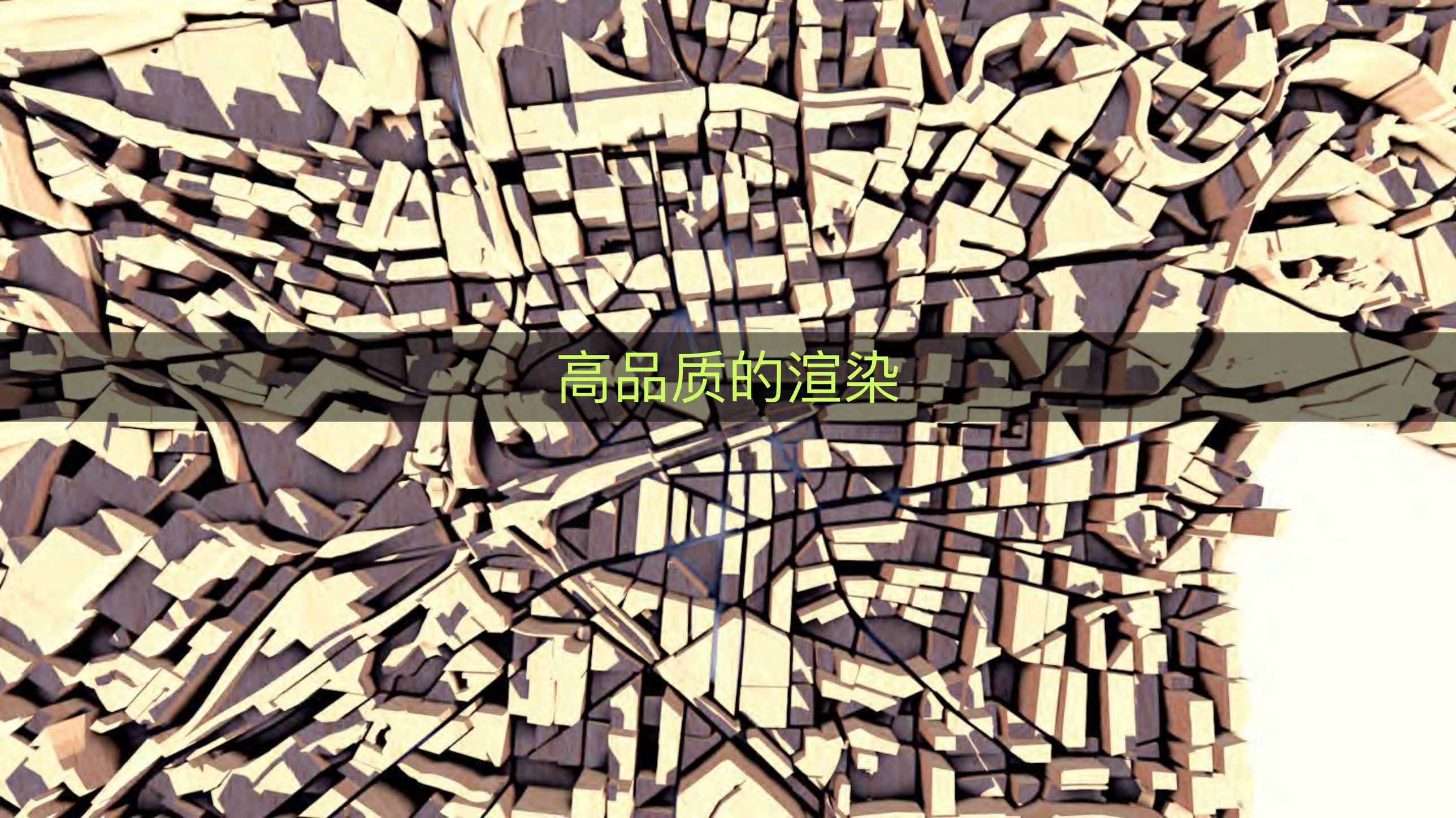
CPU with Barnes Hut: **~300ms**

GPU: **~2ms**

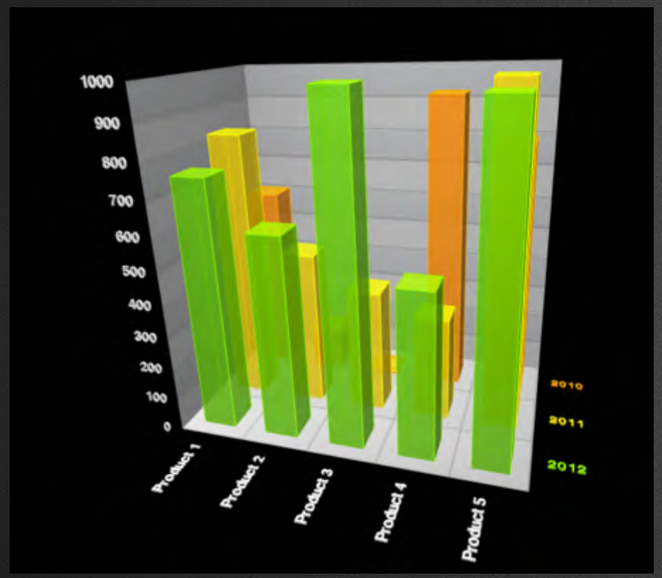
GPU 加速在高端显卡中的性能提升十分显著

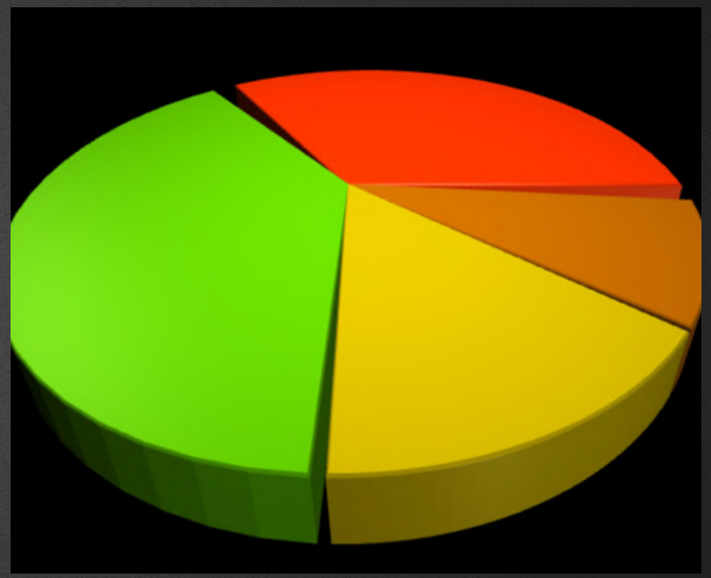
限制

- 需要浏览器支持 WebGL
- 需要浮点纹理扩展
- 数据量特别大的时候容易造成整个系统阻塞


高品质的渲染

不要过时的三维效果

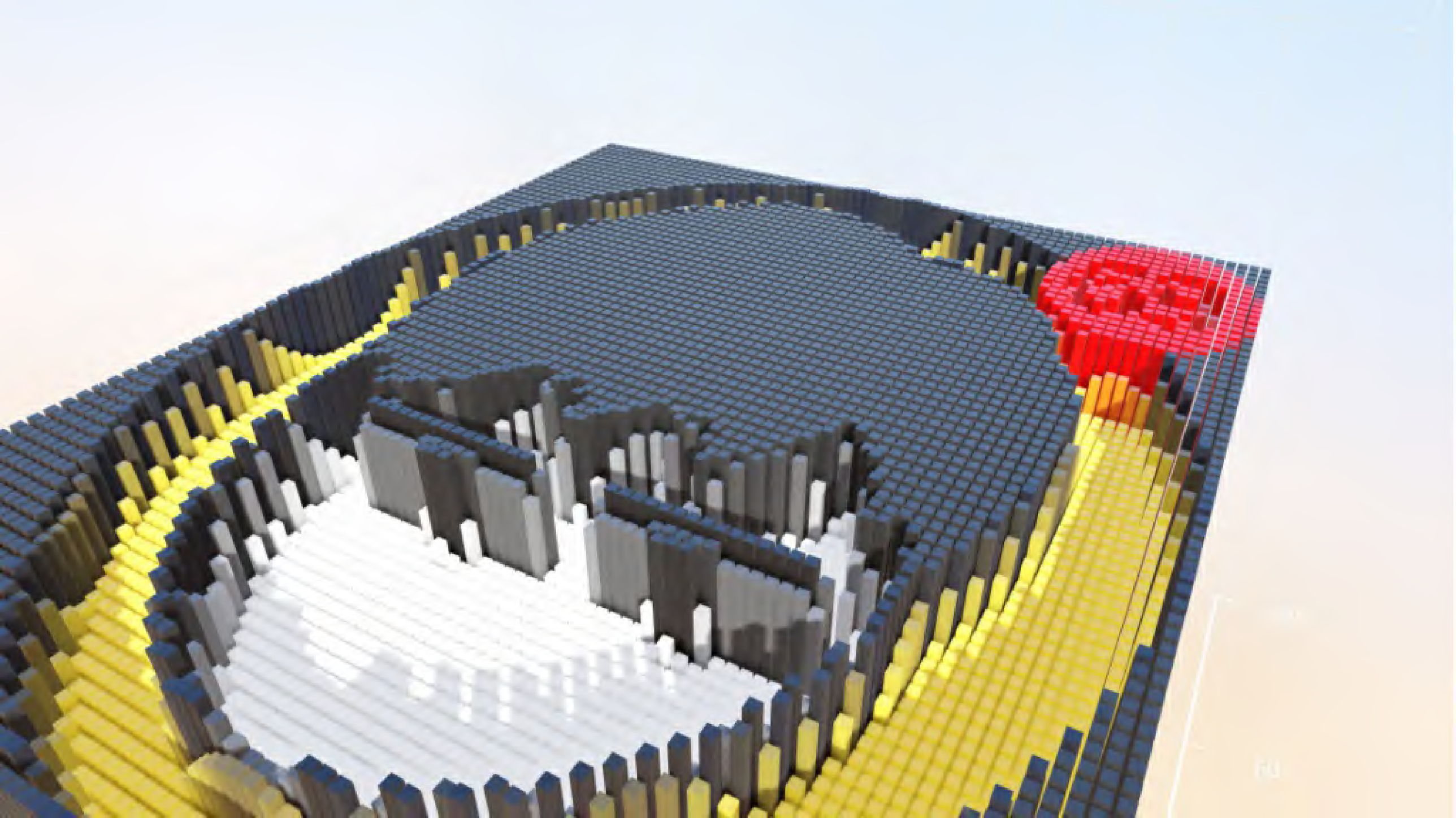

1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Product 1
Product 2
Product 3
Product 4
Product 5
2010
2011
2012

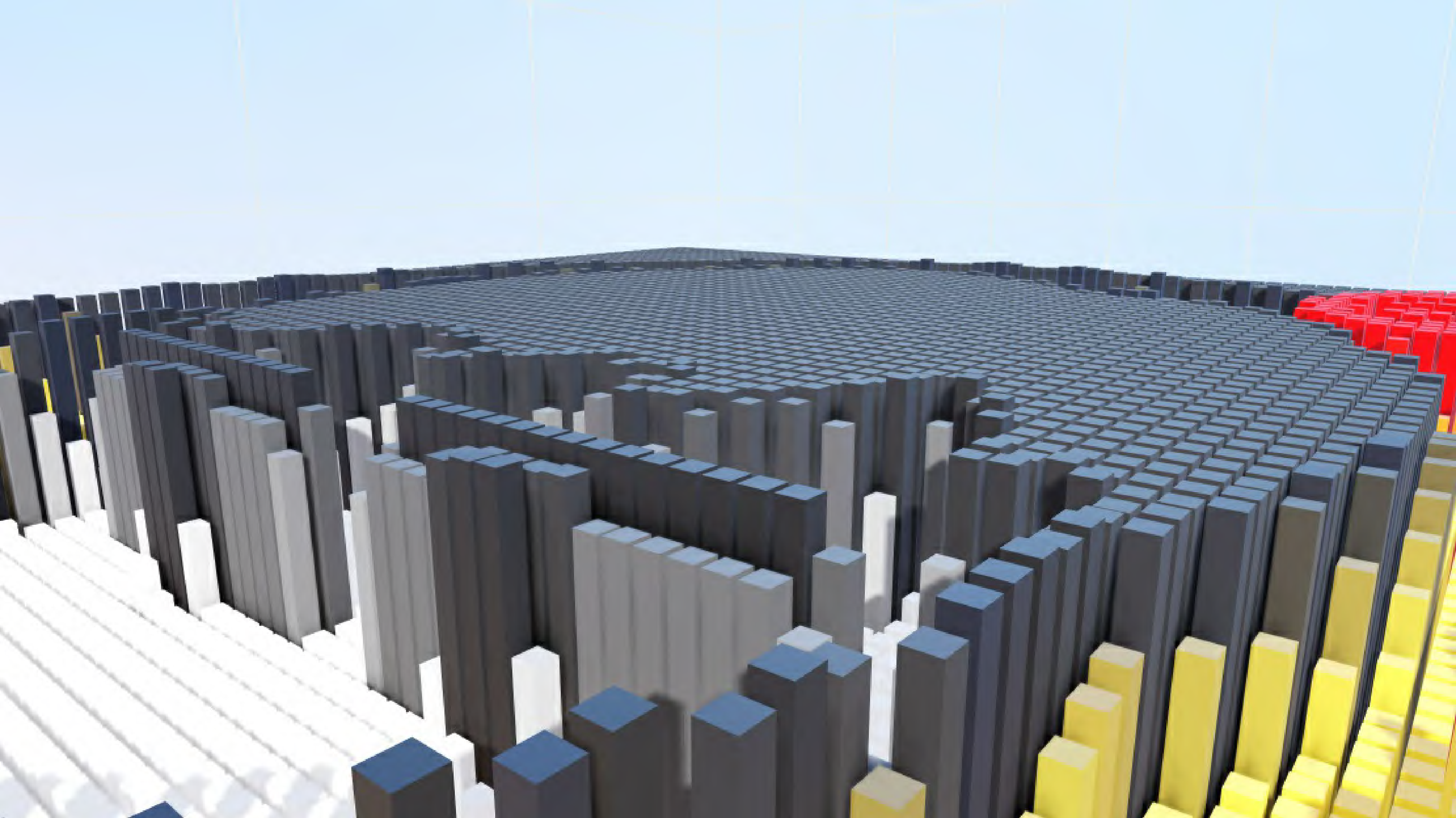


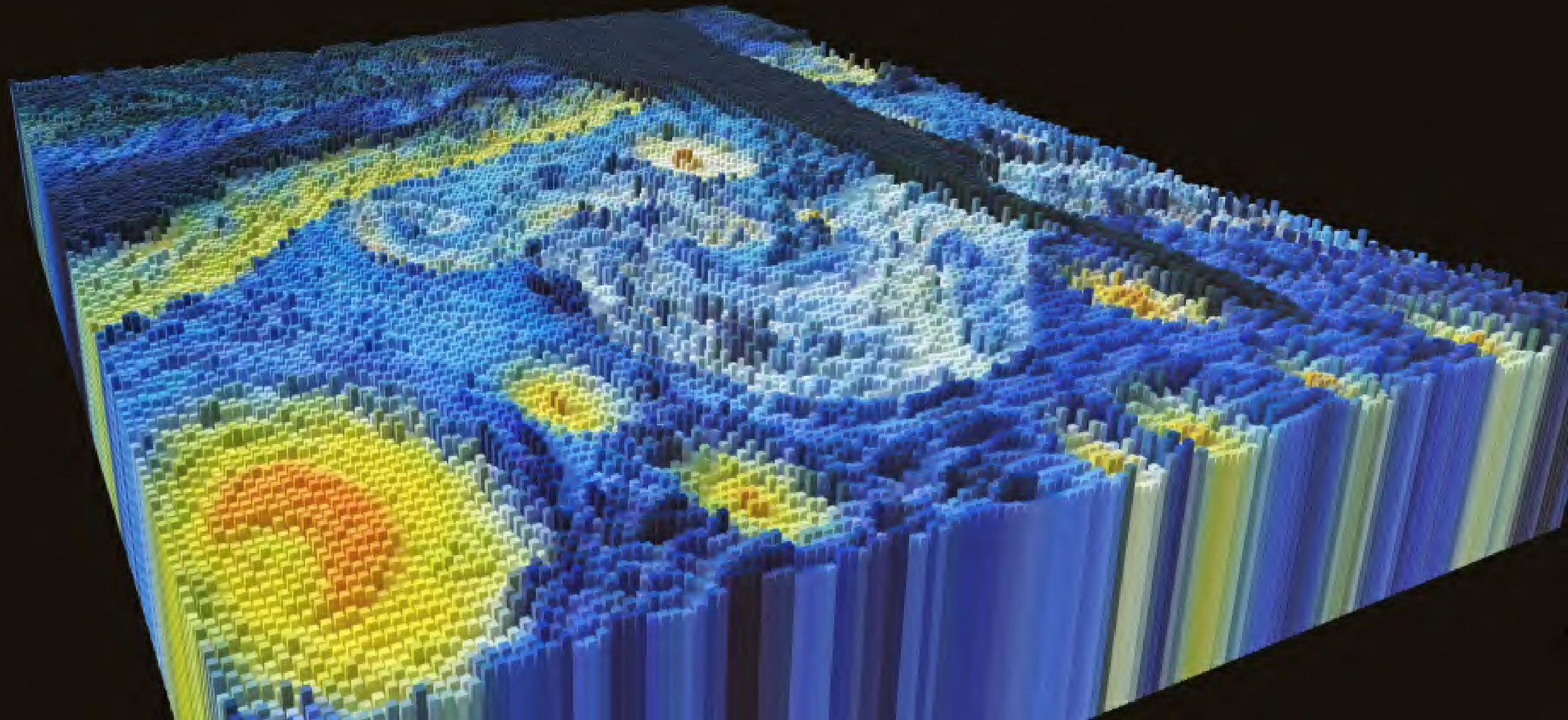
目标

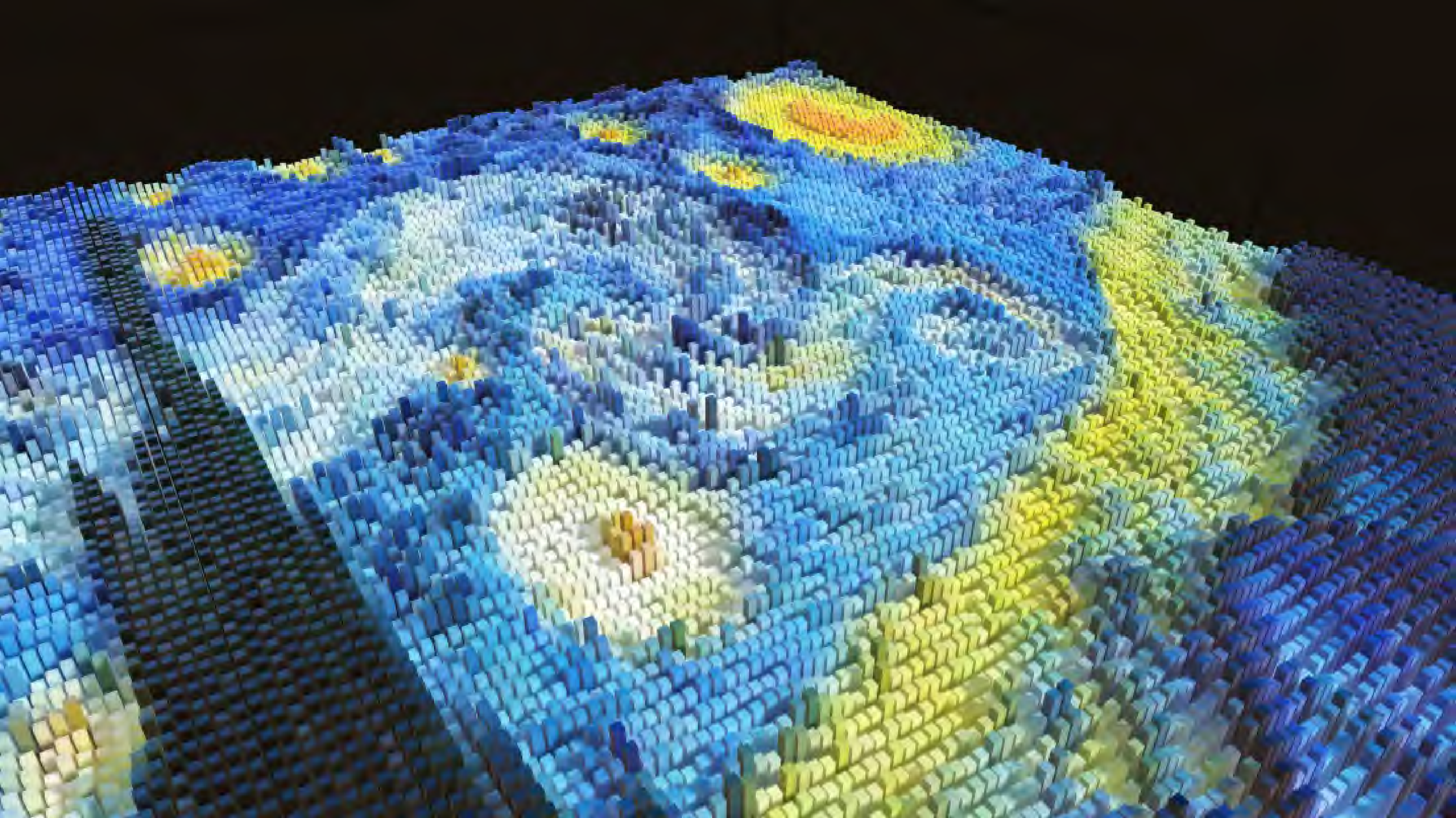
随手截一张就是桌面背景

PPT，媒体写作



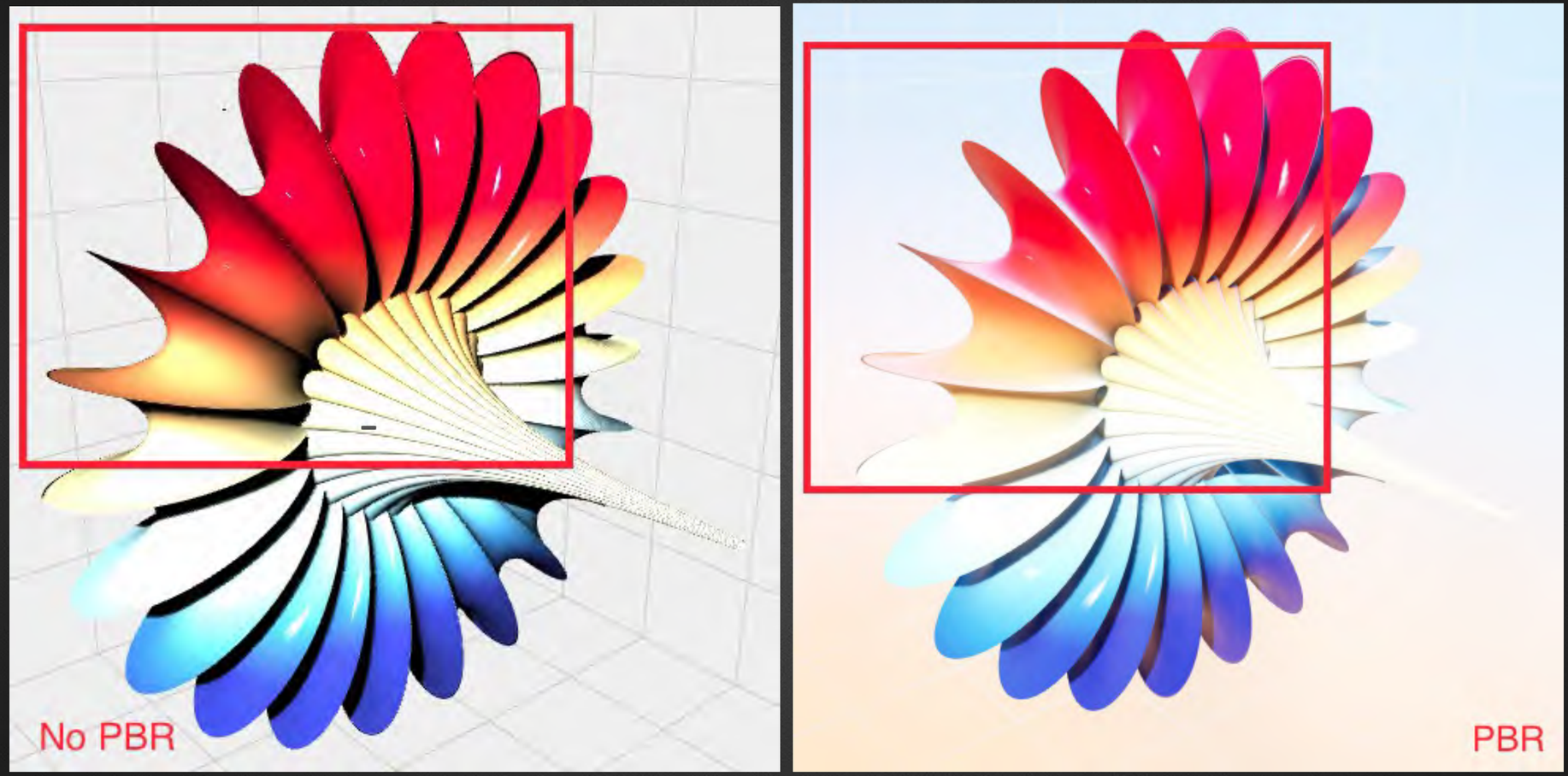






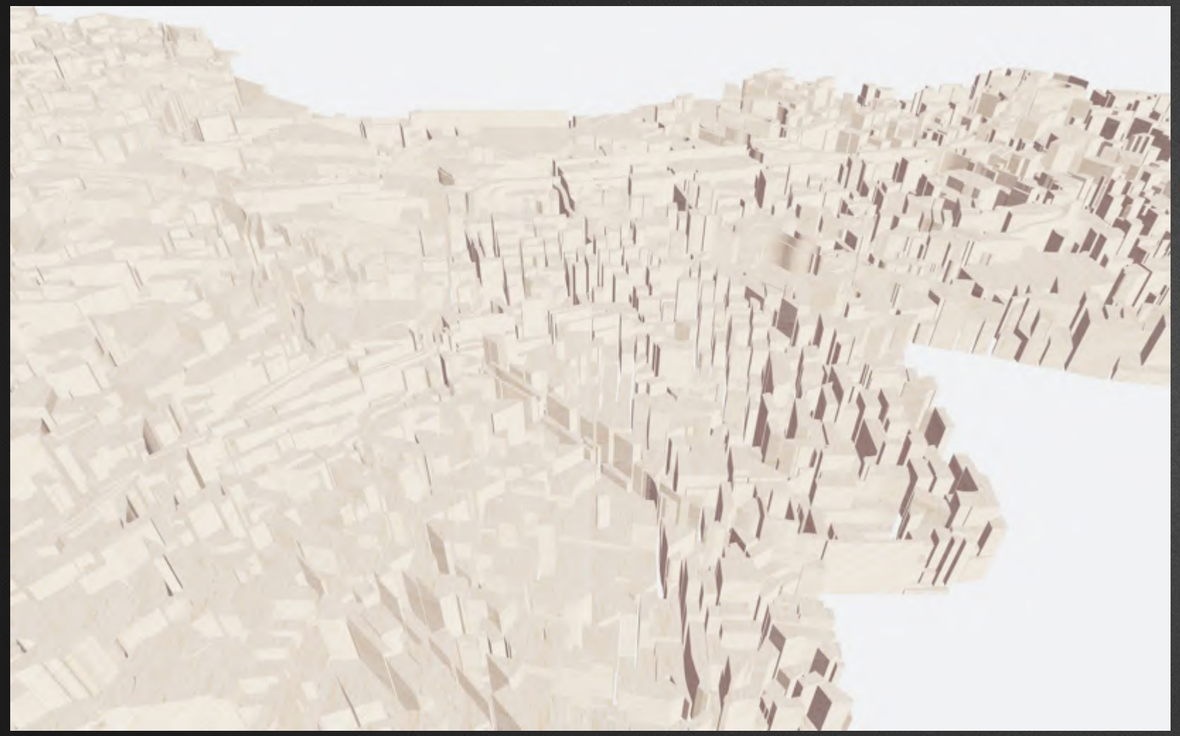
几个对画质提升比较大的技术

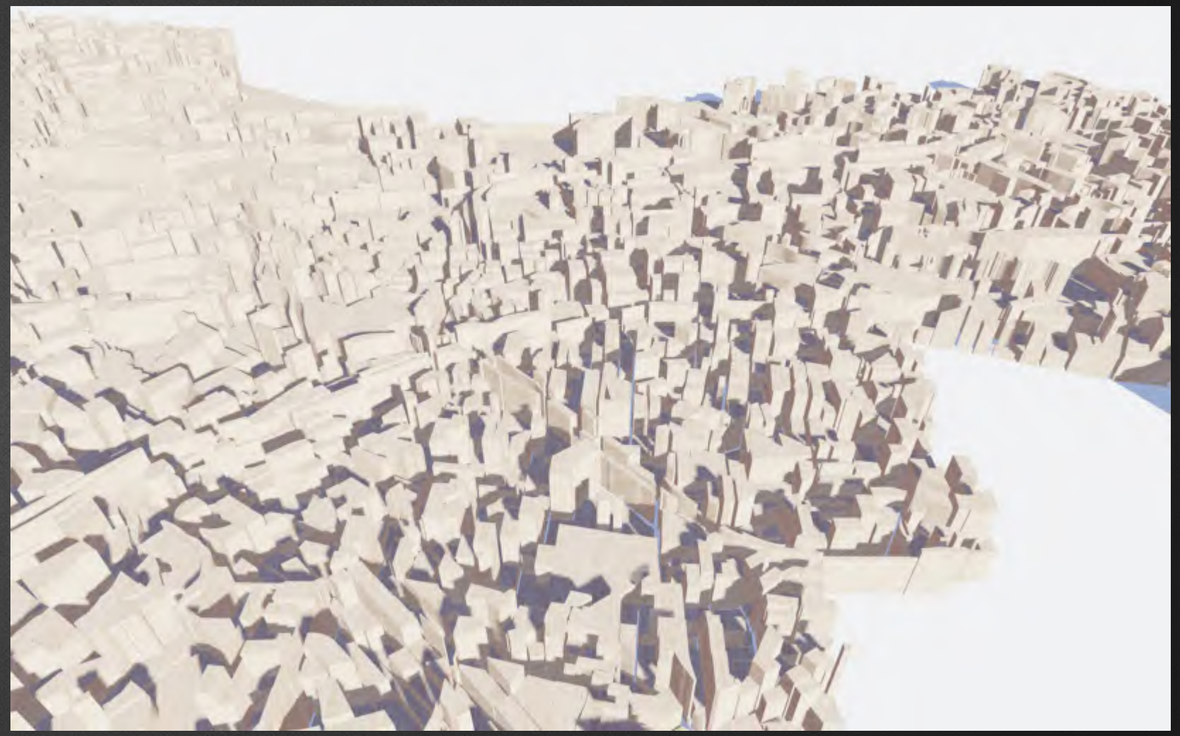
基于物理的渲染（PBR）



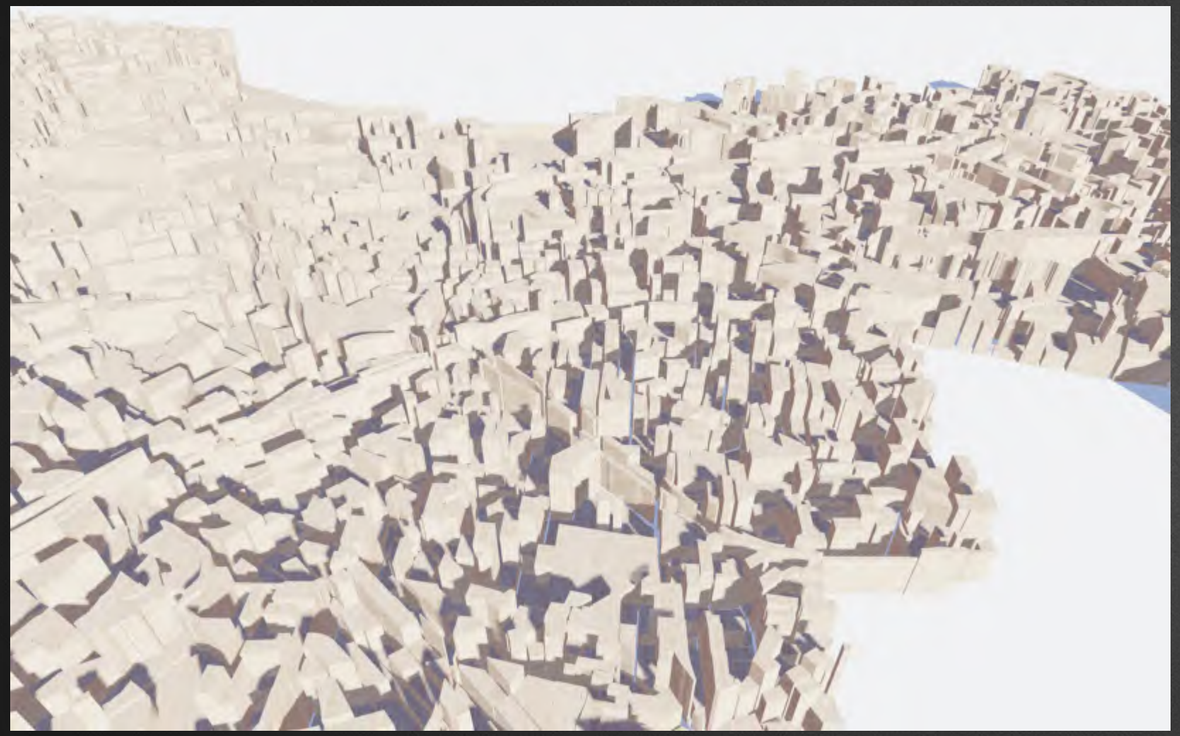
- HDR 的环境光照贴图
- 对环境光照的积分预计算 （prefilter）
- 能量守恒的光照公式
- ~~经验模型~~ 直观的公式参数。

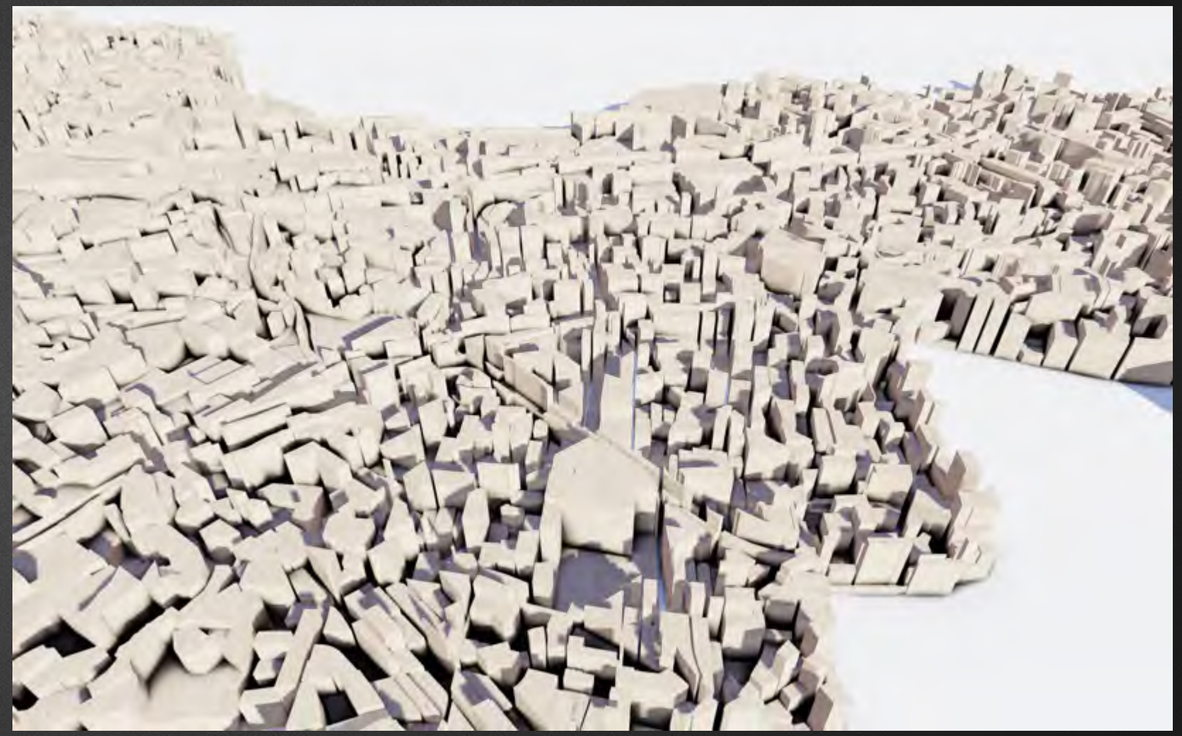
软阴影





SSAO - 环境光遮蔽



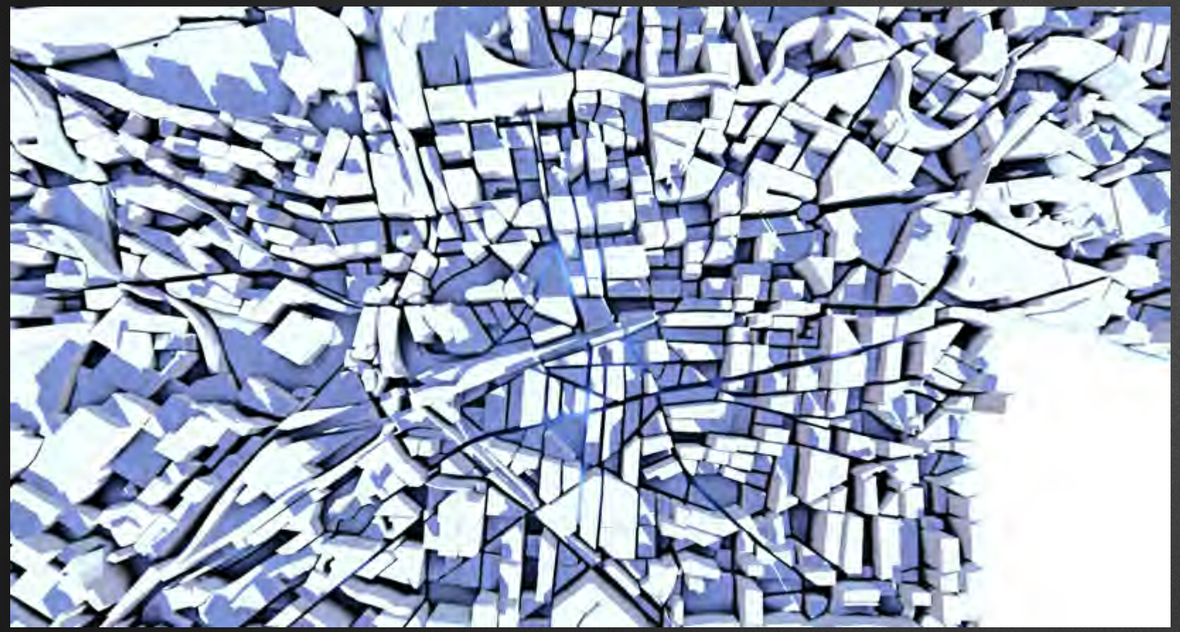


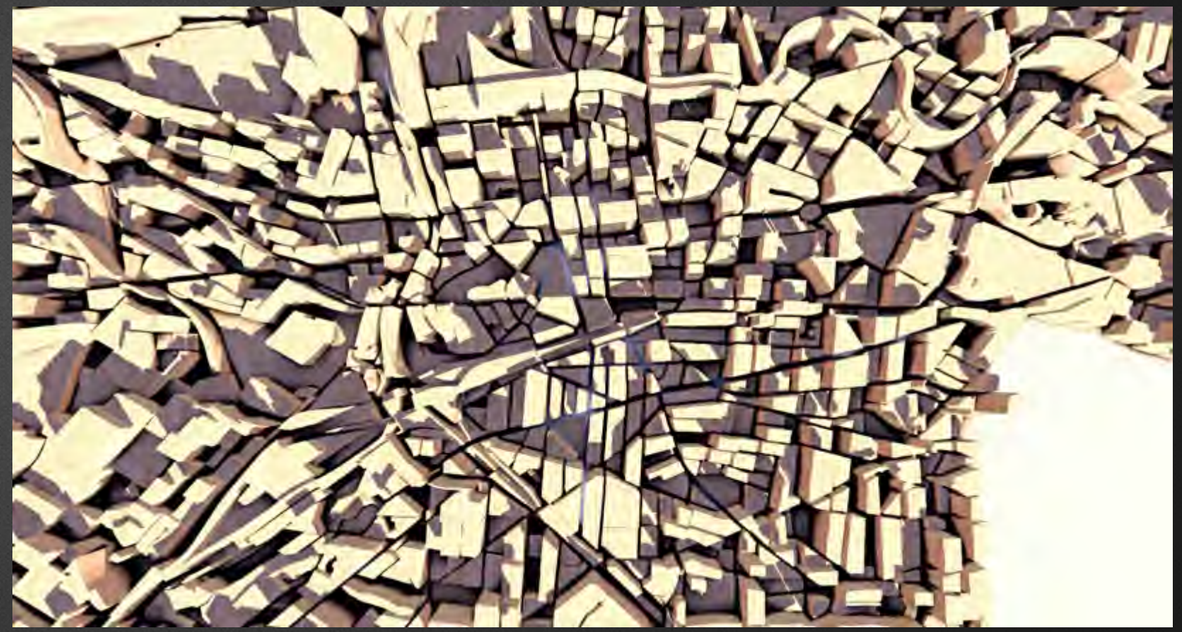

景深


American Airlines
Air China
China Southern Airlines
Delta Air Lines
Ryanair
China Eastern Airlines
easyJet
United Airlines
US Airways
Southwest Airlines
散景 BOKEH

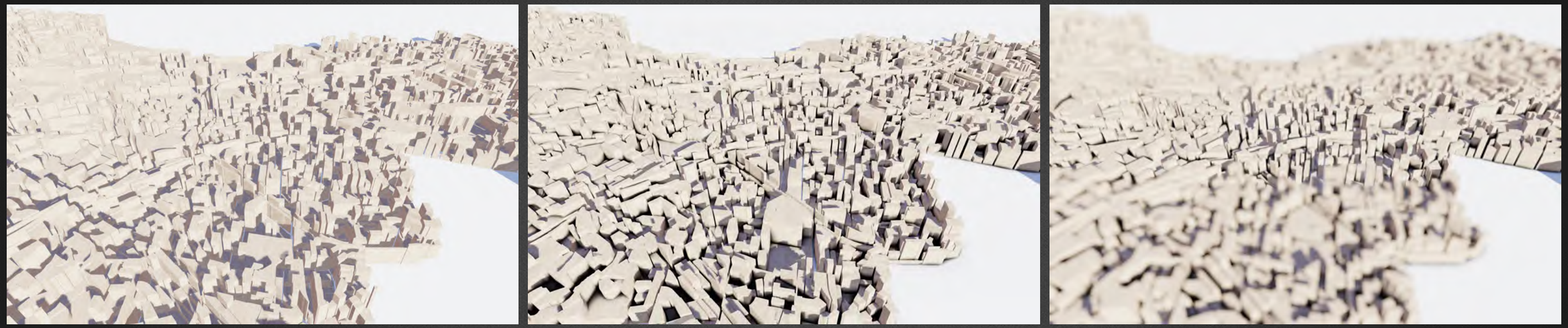
调色

ACES Tone Mapping + Color Grading





在有限的电脑配置内实现“无限”的画质



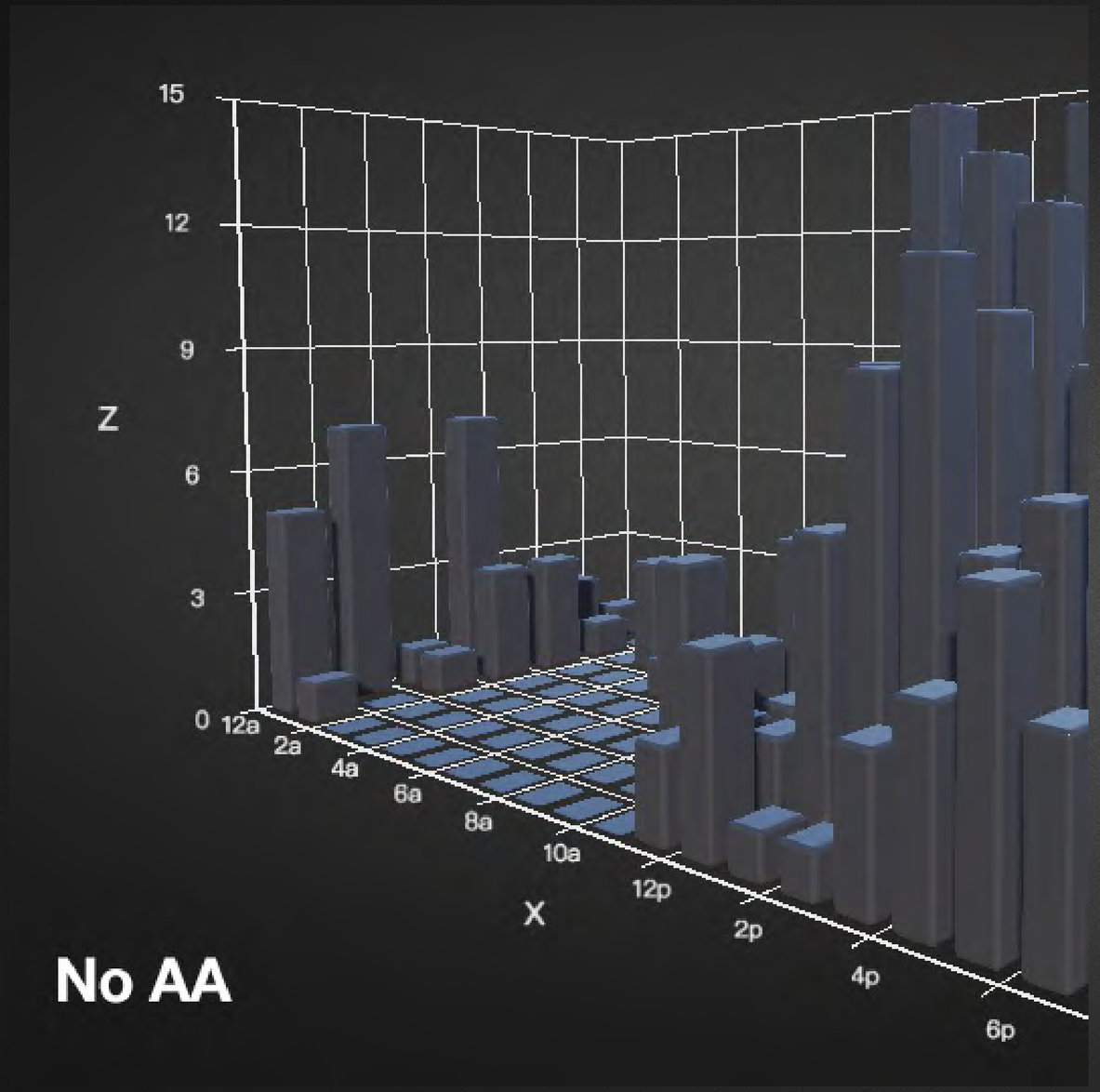
采样！采样！采样！

渐进式增强

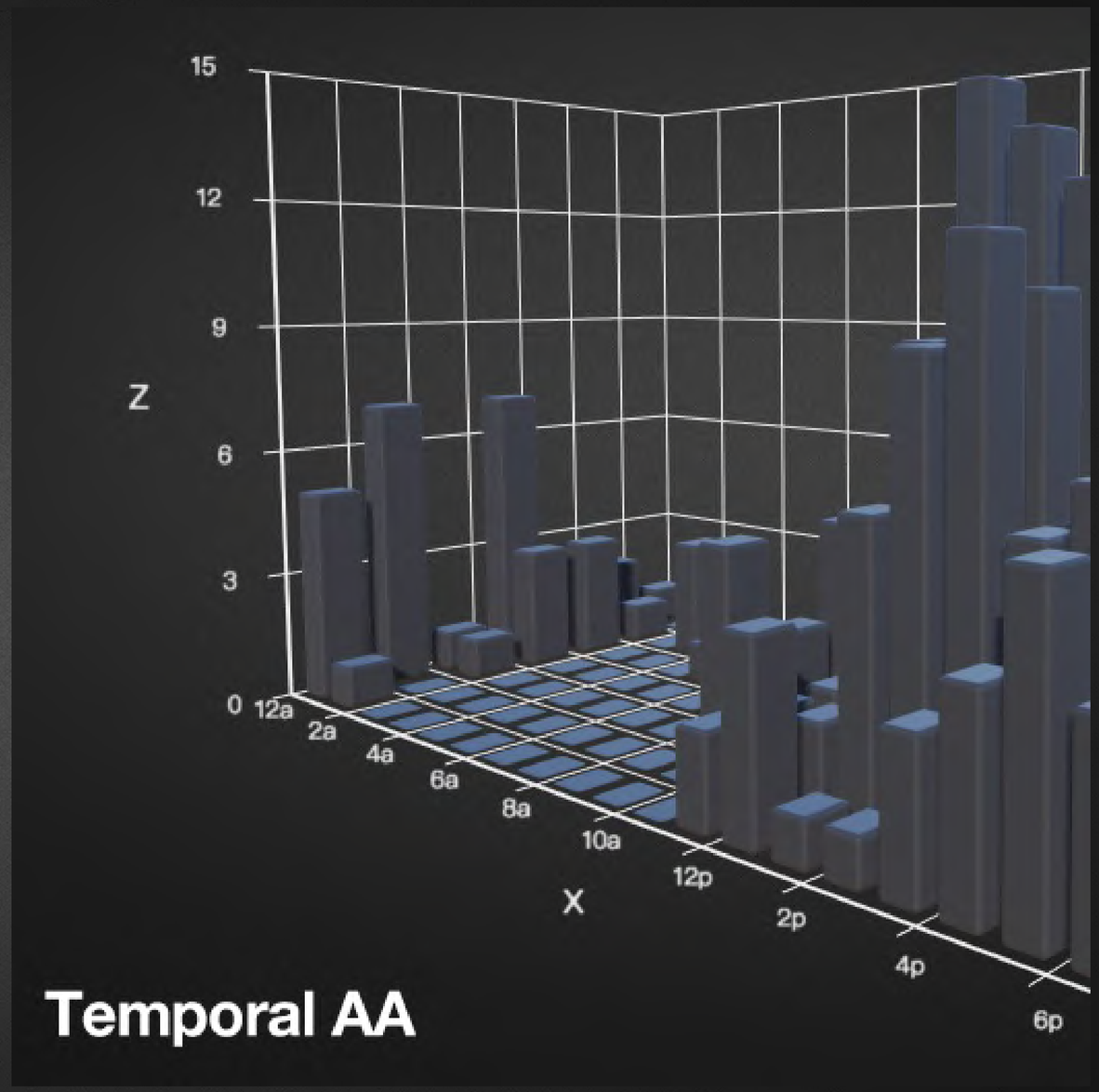
- 将采样分布到多帧中
- 交互的时候能够立刻反馈
- 停止交互后渐进增强画面

抗锯齿

- MSAA（不支持离线的 FrameBuffer）
- SSAA（慢）
- FXAA（效果差强人意）
- **Temporal AA**



No AA



Temporal AA

TEMPORAL METHODS 无法解决的

- 动态的画面
- 几何信息缺失
- 精度不够 - Bias

MORE

- GPGPU 中实现 Barnes Hut

总结

- 三维图表的绘制
  - 点线面
- GPU 通用计算
- 优化画质的方法
  - Temporal Methods


THANKS