### 传统摄影测量vs Nerf vs 3DGS

摄影测量利用大量重叠的图像序列，生成sparse 点云，生成dense 点云，生成mesh网格+外观纹理texture

Nerf利用相对较少的图像来隐式学习三维表达

3DGS仍然是显式的三维空间表达，但是不是点云，而是高斯splatting

### 球谐函数（Spherical Harmonics）

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/351289217>

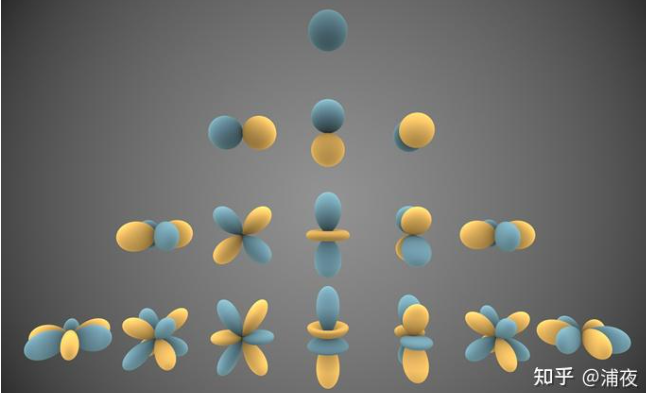
球谐函数本质就是一组基函数

泰勒展开：,这里的1,x,x^2都是基函数

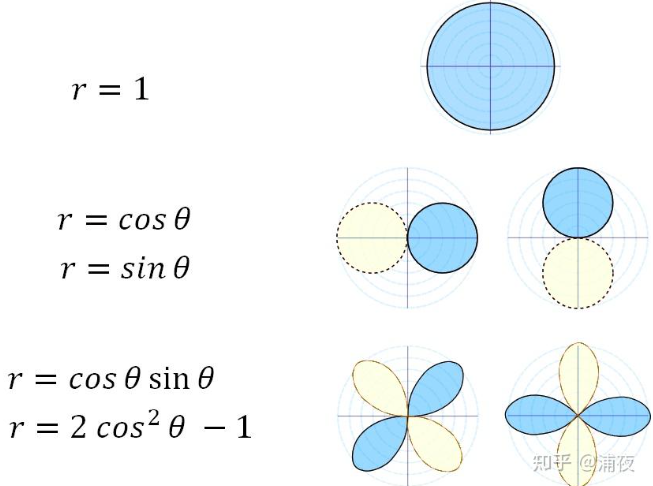
傅里叶变换也是一系列三角函数基函数的累和

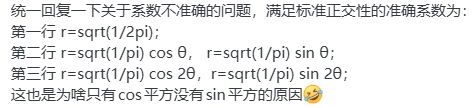
一般来说基函数越多，表达能力就越强（泰勒N展开越多，越精准）

在！！三维球面坐标系！！，著名的就是球谐函数，正交性，旋转不变性等。。

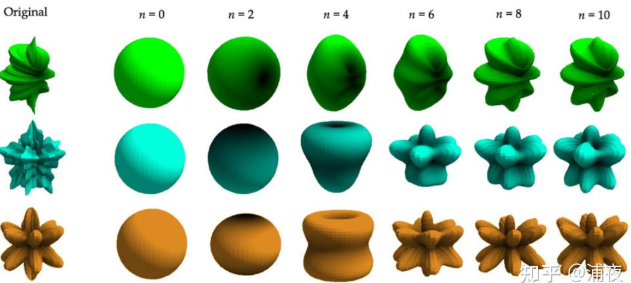


以二维为示例：





注：



球谐函数就是对应基函数的前面的系数，用不同的系数组合来表示不同三维曲面

在图形学，会用球谐函数（二阶或者三阶）来表示某一个位置在不同视角下的光照或rgb

### Splatting

A math equation with numbers and symbols

AI-generated content may be incorrect.

就是把3D高斯表示出来的椭球以某种方式mapping到相机平面，会获得一个椭圆，一大堆椭球splatting到相机平面上就会得到一个图像（整个过程是可微的，所以就可以和ground truth图像作loss获得梯度），**所以其实广义上看，一个3D可微的过程+神经网络+真实图像=新3d表示**



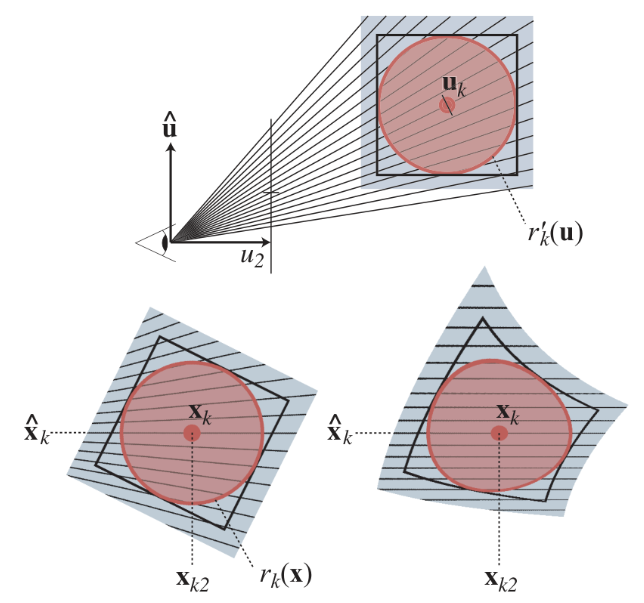
3DGS的高斯公式很明确，去掉了scale系数，去掉了坐标中心，后续方便添加世界坐标系的变换。



协方差矩阵有半正定的约束，对于优化问题不友好，改为优化R和轴向的scale变换。等于是先轴向放缩，再旋转。

Note：渲染管线：local， world， view（相机坐标系）， view坐标project之后为NDC坐标系， screen/pixel坐标。

为了满足现代图形学渲染管线的MVP变换，三角mesh是一组点的变换，不会出现问题，但是3D高斯分布本身是一个分布，project变换本身不满足仿射的性质。



根据[EWA Volume Splatting](https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=8a1a5500111ad35e8bae41e21fcfdcd41c2d8f12) ，

3D高斯分布的协方差矩阵可以近似上面式子，其中J是project变换的affine近似的雅可比矩阵。