

鱼眼展开算法预研

一. 鱼眼镜头及其特性

鱼眼镜头是一种广角镜头，其特点是具有极大的视场角，能够捕捉到接近 180 度的视野范围，使图像呈现出鱼眼状的弯曲效果。鱼眼镜头分为两种主要类型：等距投影(Equidistant Projection) 和等面积投影 (Equisolid Angle Projection)。这些镜头通常被用于需要广阔视野和独特畸变效果的应用，例如全景摄影、安全监控、虚拟现实和科学研究等领域。尽管鱼眼图像在镜头中心具有较高的分辨率，但向图像边缘延伸，分辨率逐渐降低。因此，鱼眼镜头在不同的应用场景中，通过其独特的视觉效果，提供了丰富多彩的创意和实用性。



图 1. 鱼眼镜头实拍图片

鱼眼镜头和其它镜头的差距在于, 标准镜头的成像原理可以认为是小孔成像的过程，而鱼眼镜头由于视角更广，收集的光线更加复杂，因此无法使用小孔成像的相机模型进行建模。

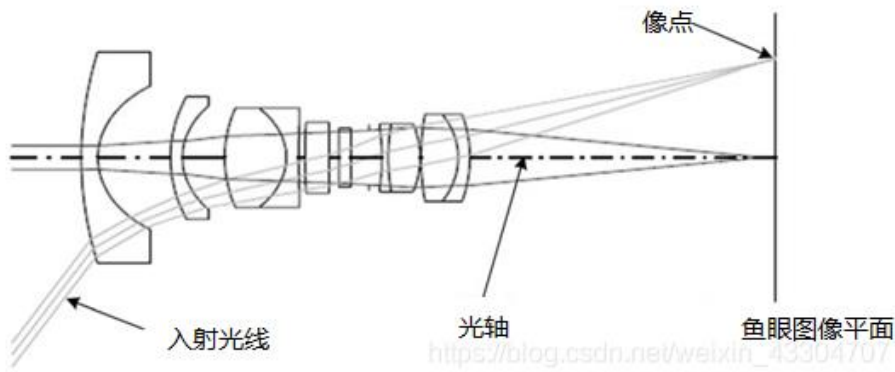


图 2. 鱼眼镜头成像过程

因此鱼眼镜头产生的图像通常来说无法和其它镜头获得平面图像一样直接使用，在畸变校

正，图像视频分析，全景图像，地图投影等领域更是如此。所以需要鱼镜头生成的图像进行展开，得到对应的平面图像，从而进行后续的处理。
通常对鱼镜头展开的方法为经纬法，其原理可以认为是将一个球面坐标映射为平面坐标，比如世界地图，就是将地球这个球体上的位置信息映射到了一个平面。

二. 经纬映射法展开

经纬法的原理对应着鱼眼坐标系到平面坐标系的转换过程，如下图：

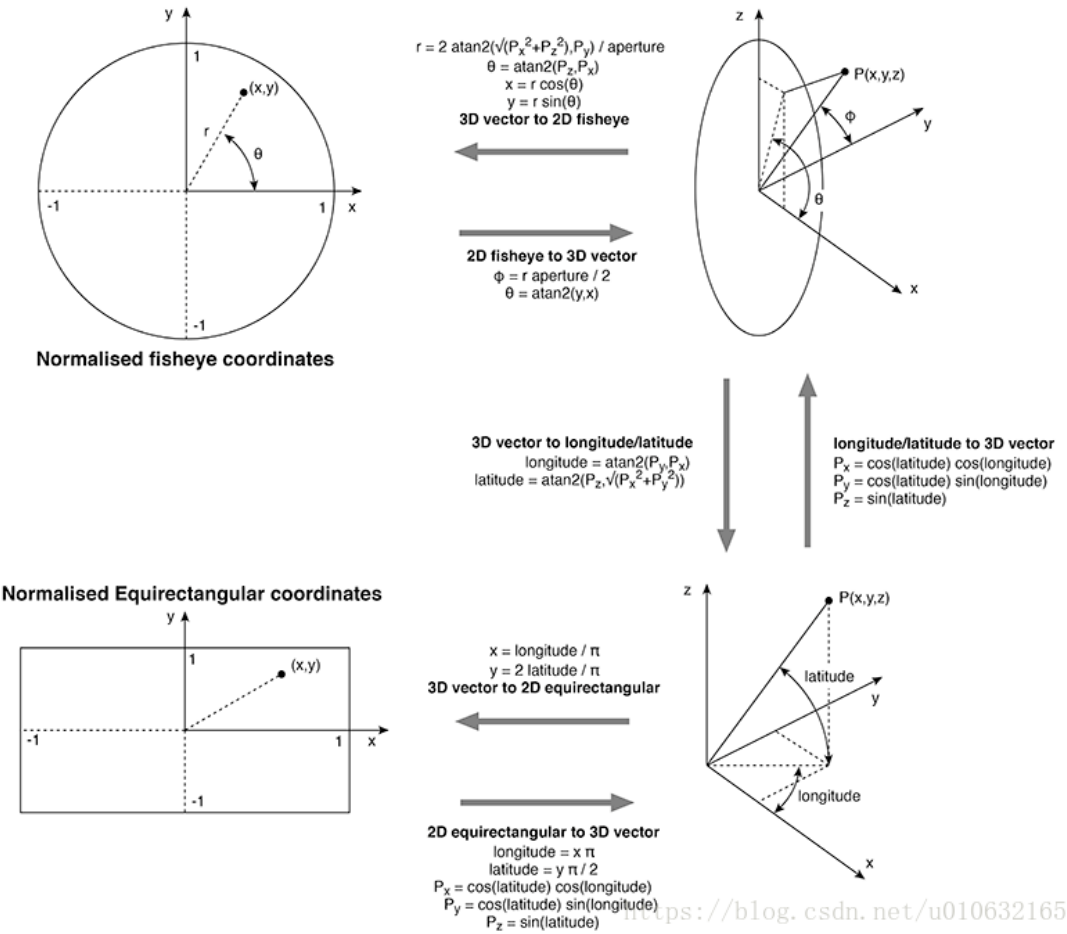


图 3. 经纬法原理与坐标系转换

其对应在处理流程上为：

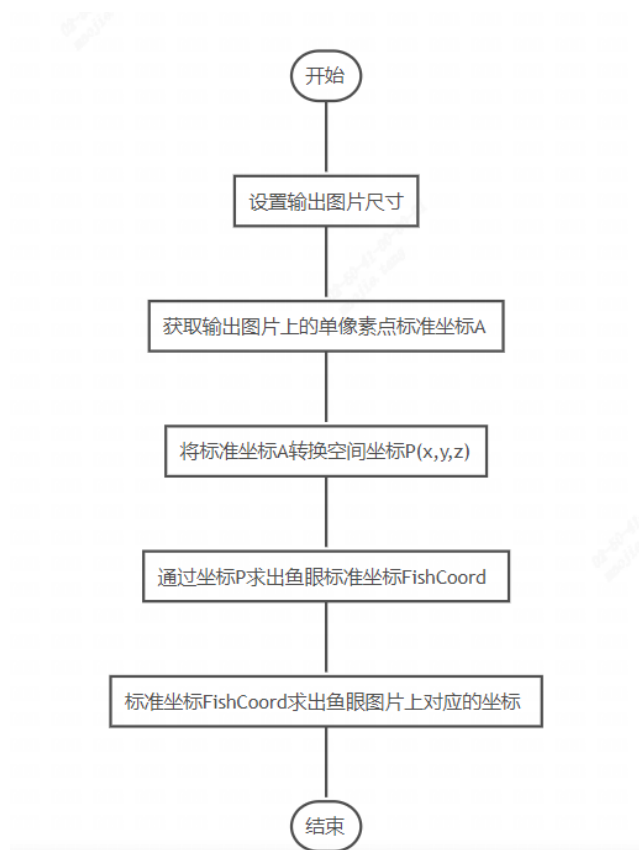


图 4. 鱼眼展开流程图

因为当鱼眼镜头的图像转换为平面坐标系上的图像时，可能会出现坐标溢出的情况，即平面坐标系下的坐标可能会大于在球面坐标系下的图像宽度或者高度。通常会在生成图像后对其进行插值处理。

(1) 鱼眼标准坐标计算

当我们读取一张图片时，可以想象其是一个在 2D 笛卡尔坐标系下像素的集合：

$$x \in [0, cols - 1]$$

$$y \in [0, rows - 1]$$

将输入的鱼眼图片坐标换算成标准鱼眼坐标：

$$normalCoord.x = (float)((float)x * \frac{2}{cols} - 1)$$

$$normalCoord.y = (float)((float)y * \frac{2}{rows} - 1)$$

鱼眼坐标系相当于球体在一个平面上的 2D 投影，坐标范围是 $[-1, 1]$ ，现需要将 2D 的坐标 $A(x, y)$ 转化为空间坐标 $P(x, y, z)$

(2) 标准坐标系与球坐标系的变换

数学上球坐标的表示方式为：

$$P(p, \varphi, \theta)$$

其中：

p : 点 P 与原点 O 连线的径向距离，下面即用 OP 表示；

θ : OP 与 Z 轴之间的夹角；

φ :OP 在 XOY 平面的投影与正 X 轴的夹角;

假设A(x,y,z)代表空间里的点, 则球坐标系转换为笛卡尔坐标系的公式为:

$$\begin{cases} x = p * \sin\theta * \cos\varphi \\ y = p * \sin\theta * \sin\varphi \\ z = p * \cos\theta \end{cases}$$

因此通过这种关系就可以将鱼眼坐标系转换为平面坐标系了。(但是因为鱼眼镜头存在较大的畸变, 因此在转换之前需要先对鱼眼镜头进行校正, 本文不做介绍)

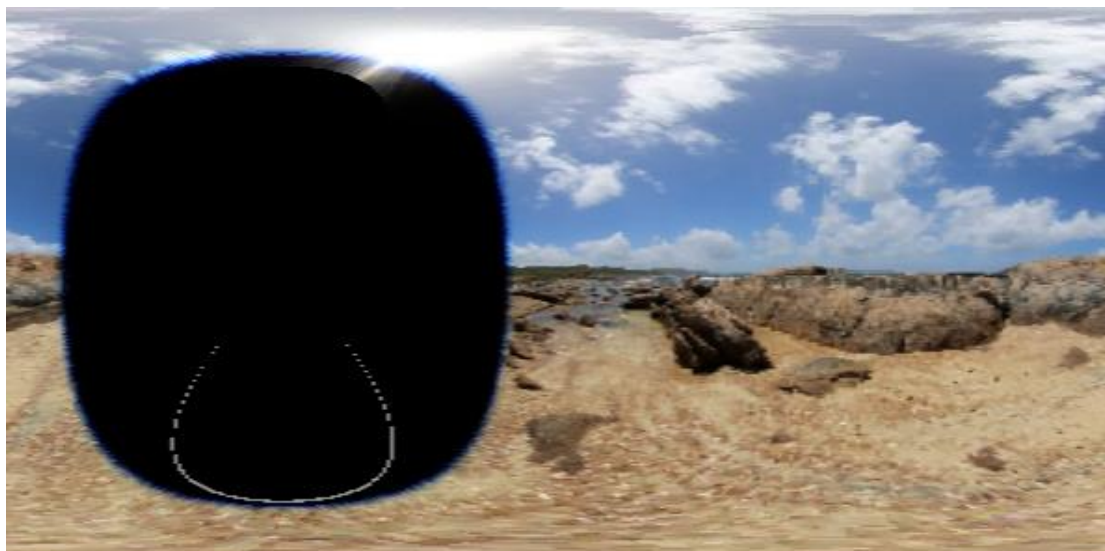


图 5. 图 1 展开后的平面视图