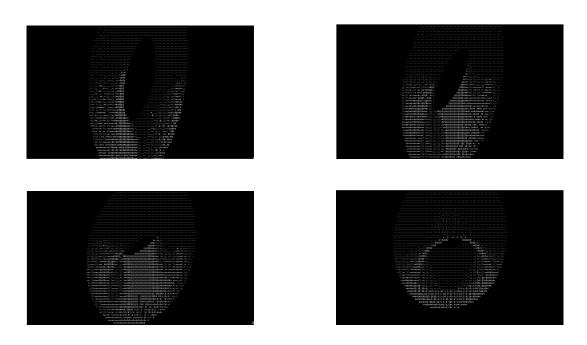
# 3d 影像显示报告

徐世桐

## 1 程序目标

在终端内显示旋转的 3d 圆环。圆环的明亮处,阴影用不同字符表示。通过不断刷新输出字符显示动态的圆环旋转。程序运行效果截图如下:



程序想法来源于 [1]

## 2 功能实现

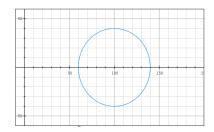
#### 整个程序分为:

- 1. 从圆环的公式得到圆环上离散的点的坐标。
- 2. 将圆环上每一点映射到二维画布上。
- 3. 得到每一圆环上点的亮度。
- 4. 更新终端图片输出。
  - 5. 翻转圆环, 回到第2步重新将圆环映射到二维平面, 得到亮度, 刷新显示

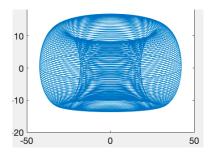
## 2.1 圆环取点

1. 在 x-y 平面生成一个圆心在 (100, 0, 0), 半径为 40 的圆。

2 功能实现 2



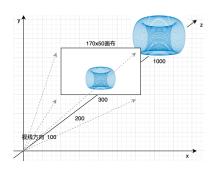
2. 将圆沿 y 轴旋转,生成一个中心在 (0,0,0) 坐标原点的圆环,圆环截面即为 1. 中生成的圆。1. 中圆上的点划出的轨迹如下图:



3. 将圆环移动到中心位置为 (0, 100, 1000) 处, 此步是为了方便将原点作为视线出发点, 将圆环映射到二维平面。

## 2.2 映射二维平面

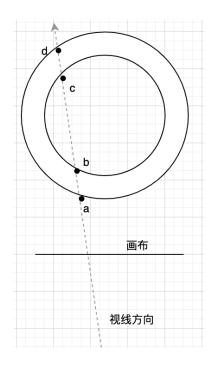
程序将圆环投影到位于 z = 300, 长 170 宽 50 的画布上。



投影使用透视投影  $^{[2]}$ ,即坐标为 (x,y,z) 的点将被投影到  $(\frac{300x}{z},\frac{300y}{z},300)$  处。此时所有坐标都位于 z=300 的平面上,即位于画布上。

由于圆环为不透明的,部分像素是无法被看见的。为了过滤这些像素,不将它们显示在画布上,对于处于同一视线上的点总是取距离观测者最近的点,而忽略视线上剩下的所有点。如下俯视图中,abcd 都经过视线,但画布上将只有 a 的投影

2 功能实现 3



### 2.3 得到像素亮度

对于圆环上每一像素,其反射的光线强度取决于其在圆环上的位置是否朝向光线。这里假设圆环发生的是漫反射,直接被光线照射的位置亮度最大,而不是像镜面反射那样将光线反射进视线最多的区域亮度最高<sup>[2]</sup>

算法实现为:对于每一 2.2 中过滤后的所有像素,其在圆环上占的一小块区域可以看做一个平面。对于这些平面,得到垂直于平面的向量,和光线向量得到点乘结果。

点乘结果为正值,代表向量和光线在同一直线上,方向相同。可以判断像素是背光的像素,没有被光线照射,类似于俯视图中的 b d 点

点乘结果为 0, 代表向量和光线垂直,则平面几乎没有被光线照射,亮度为 0

点乘结果为负值,代表向量和光线相逆,平面正对光线。则点乘结果绝对值越大,平面越被光线直射,亮度越大

得到亮度数值后,每一数值被对应到一个字符,使用的字符包含.,-;=!\*#\$@,选取这些字符的依据是笔画多少。例如字符 @ 拥有较多笔画,则对应亮度较大的像素

#### 2.4 旋转圆环

为了得到一个不断变化的圆环图像,程序每 0.1 秒对每一像素延 y=100,z=1000 的直线翻转(即令圆环在原位置沿 x 轴翻转)。翻转后重新进入 2.2 将圆环映射进二维画布,得到亮度,输出到终端

#### 2.5 更新终端输出

经过 2.4,程序已经得到一个长宽对应画布大小的矩阵。矩阵中每一个元素为一个字符代表像素亮度。为了在终端打印这个矩阵,并在经过 2.5 中翻转后更新终端中的矩阵,程序使用 python 包 curses 不断刷新输出。

3 REFERENCE 4

## 3 Reference

[1] https://www.youtube.com/watch?v = sW9npZVpiMIt = 100s

[2] https://materials.doc.ic.ac.uk/resources/2021/60005

[3] https://docs.python.org/3/howto/curses.html