

# 虚拟现实技术 · hw2

计01 容逸朗 2020010869

## 书面部分

1. 在 VR/AR 显示中，视网膜级别的屏幕至少需要有多大的单眼视野和分辨率？（5 分）

目前消费级的 VR/AR 眼镜分别可以达到多大的单眼视野和分辨率？（5 分）

除了视野受限、分辨率较低外，目前消费级的设备还存在着哪些不足？（5 分）

- 视网膜级别的分辨率需要每只眼睛有  $150^{\circ} \times 135^{\circ}$  的视野；  
以每个像素的视角最多 1 弧分计算，视网膜级别的屏幕至少需要  $9000 \times 8100$  像素的分辨率。
- 现有 VR 设备可以达到  $100^{\circ}$  以上的单眼视野，AR 设备一般在  $30^{\circ} - 50^{\circ}$  左右，部分设备可达  $80^{\circ}$ ；  
消费级的 VR 分辨率普遍在 2K ( $2560 \times 1440$  px) 以上，部分设备可达 4K ( $3840 \times 2160$  px) 的分辨率；  
而 AR 的分辨率则在 720p ( $1280 \times 720$  px) 至 1080p ( $1920 \times 1080$  px) 左右。
- 目前消费级的设备存在的不足包括：
  - 像素亮度损失
  - 能耗高
  - 体积大、质量大、目视光学部件过厚，便携性及用户体验差
  - 调焦和辐辏不一致，导致人眼的视觉不适

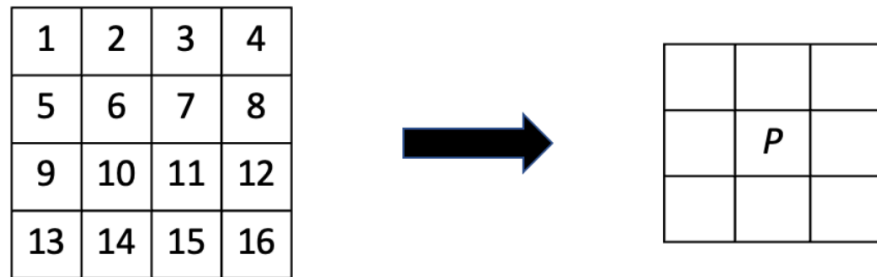
2. 人可以从哪些视觉线索中感知深度？（5 分）

这些线索对提升 VR 环境的真实感有何启示？（5 分）

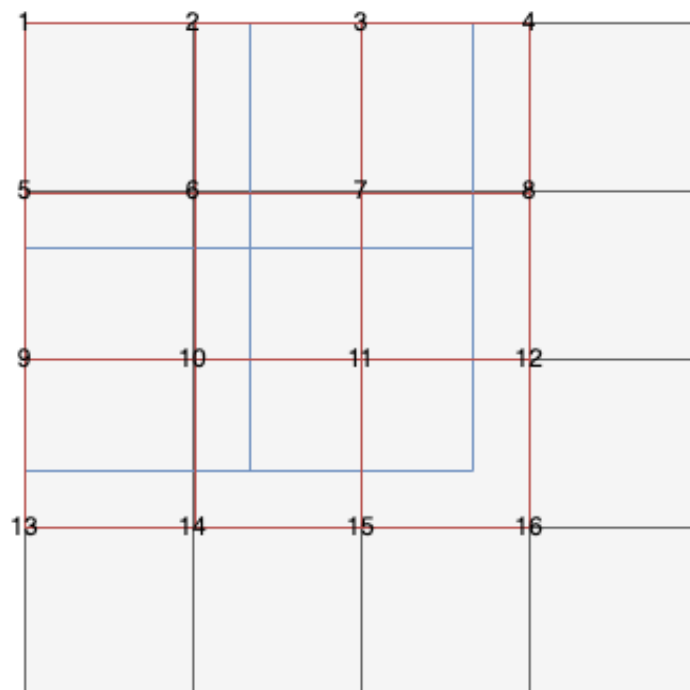
- 深度感知的方式包括：
  - 遮挡
  - 运动视差
  - 聚焦与辐辏
  - 立体视觉
  - 相对尺寸
  - 大气效果
  - 相对密度
  - 相对高度
- 想要提升 VR 环境的真实感，可以：
  - 调整照明、影线和阴影的表现

- 适当增加遮挡物，加强视觉深度
- 利用三维场景中的物体运动加强实感
- 也可移动二维视觉图形使其产生三维结构的感觉
- 增加大气效果，适当减少远处景物的颜色对比度细节

3. 如下图，一个  $4 \times 4$  的图像被缩放为  $3 \times 3$ ，使用双线性插值的方法计算  $P$  点的颜色值，列出计算公式（10分）



- 考虑图像如下，灰色为原图，红色为原图对应坐标，蓝色为新图对应坐标：



- 如果不考虑校正项，则  $P$  的座标为：

$$x' = \frac{4}{3} \times 1 = \frac{4}{3}$$

$$y' = \frac{4}{3} \times 1 = \frac{4}{3}$$

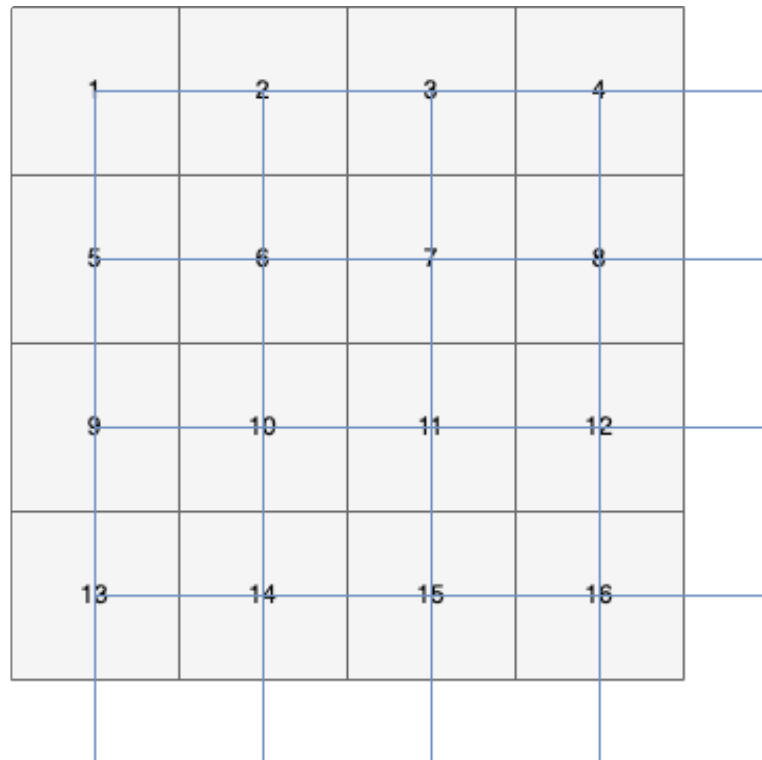
- 利用双线性插值公式：

$$f(x', y') = \frac{\begin{bmatrix} x_2 - x' & x' - x_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f(x_1, y_1) & f(x_1, y_2) \\ f(x_2, y_1) & f(x_2, y_2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_2 - y' \\ y' - y_1 \end{bmatrix}}{(x_2 - x_1)(y_2 - y_1)} \quad (1)$$

- 代入上式得：

$$\begin{aligned} f(x', y') &= f\left(\frac{4}{3}, \frac{4}{3}\right) \\ &= \begin{bmatrix} 2 - \frac{4}{3} & \frac{4}{3} - 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f(1, 1) & f(1, 2) \\ f(2, 1) & f(2, 2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 - \frac{4}{3} \\ \frac{4}{3} - 1 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & \frac{1}{3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 6 & 7 \\ 10 & 11 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{2}{3} \\ \frac{1}{3} \end{bmatrix} \\ &= \frac{23}{3} \end{aligned}$$

- 若考虑校正项，可以先把图像向坐标轴正方向各偏移半格、放缩，再移回原点：



- 即对坐标进行校正：

$$x' = \frac{4}{3}(1 + 0.5) - 0.5 = 1.5$$

$$y' = \frac{4}{3}(1 + 0.5) - 0.5 = 1.5$$

- 利用公式 (1) :

$$\begin{aligned}f(x', y') &= f(1.5, 1.5) \\&= [2 - 1.5 \quad 1.5 - 1] \begin{bmatrix} f(1, 1) & f(1, 2) \\ f(2, 1) & f(2, 2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 - 1.5 \\ 1.5 - 1 \end{bmatrix} \\&= [0.5 \quad 0.5] \begin{bmatrix} 6 & 7 \\ 10 & 11 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.5 \end{bmatrix} \\&= 8.5\end{aligned}$$