

1. 机器人运动

平移和旋转都利用矩阵乘法实现。

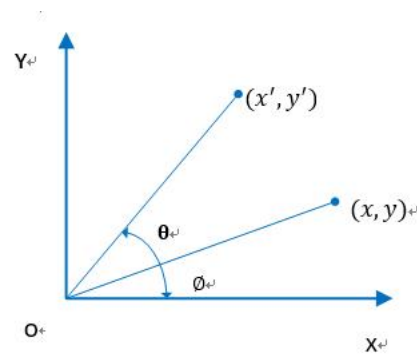
1.1 平移

平移是将点沿着指定的方向移动一段距离，即在原有坐标的基础上，再分别给 x,y,z 加上 Tx,Ty,Tz。平移矩阵如下：

$$P'(x', y', z') = P(x, y, z) + (T_x, T_y, T_z)$$
$$P' = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & T_x \\ 0 & 1 & 0 & T_y \\ 0 & 0 & 1 & T_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

1.2 旋转

如下图所示，旋转只需要用到和旋转角对应的正弦值和余弦值：



由上图得到旋转后的坐标：

$$x = R \cos \phi$$

$$y = R \sin \phi$$

$$x' = R \cos(\phi + \theta) = x \cos \theta - y \sin \theta$$

$$y' = R \sin(\phi + \theta) = x \sin \theta + y \cos \theta$$

将其表示为矩阵形式：

$$\begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x & y & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x' & y' & 1 \end{bmatrix}$$

2. 投影

正交投影用一个长方形的盒子去定义 **viewing volume**，只有落在盒子里面的物体才可见，盒子外面的物体都不会显示。

首先，利用 `Matrix4.setOrtho(left, right, bottom, top, near, far)` 计算出正交矩阵。然后，用正交矩阵去对物体做变换。

3. 喷水喷干粉

首先需要获取一个画布空间，再获取绘图工具，即画笔。

接着，通过定义两个粒子类（水粒子和干粉粒子），在其中定义粒子位置，设置粒子运动的重力加速度，设置更新后的粒子位置，绘制圆形粒子（包括定义绘制路径、设置图形属性、绘制图形三个步骤）。

最后通过按钮触发不同粒子的绘制效果，绘制步骤为循环动画效果，第一步先清空画布，再创建粒子，将粒子放入数组，最终循环更新绘制所有粒子的位置而展示出喷水与喷干粉粒子的效果。