



唐老狮系列教程

模型空间变换



唐老狮系列教程-模型空间变换

| 主要讲解内容



唐老狮系列教程-模型空间变换

主要讲解内容

1. 模型空间的意义
2. 模型空间变换指什么
3. 如何进行模型空间变换



唐老狮系列教程-模型空间变换

| 模型空间的意义



唐老狮系列教程-模型空间变换

模型空间的意义

模型空间 (model space) 也被称为
对象空间 (object space) 或局部空间 (local space)
它一般指3D模型的局部坐标系, 每个模型都有自己独立的坐标空间,
模型空间的主要意义是方便我们建模, 模型的顶点等数据都是基于
模型空间表达的。

注意:

在Unity中当模型移动或旋转时, 模型空间坐标系也会随着变换,
因为此时的模型坐标空间是世界坐标空间的子空间





唐老狮系列教程-模型空间变换

模型空间中的注意事项

在模型空间中，我们一般会有上、下、左、右、前、后 六种方向概念

Unity使用的是左手坐标系

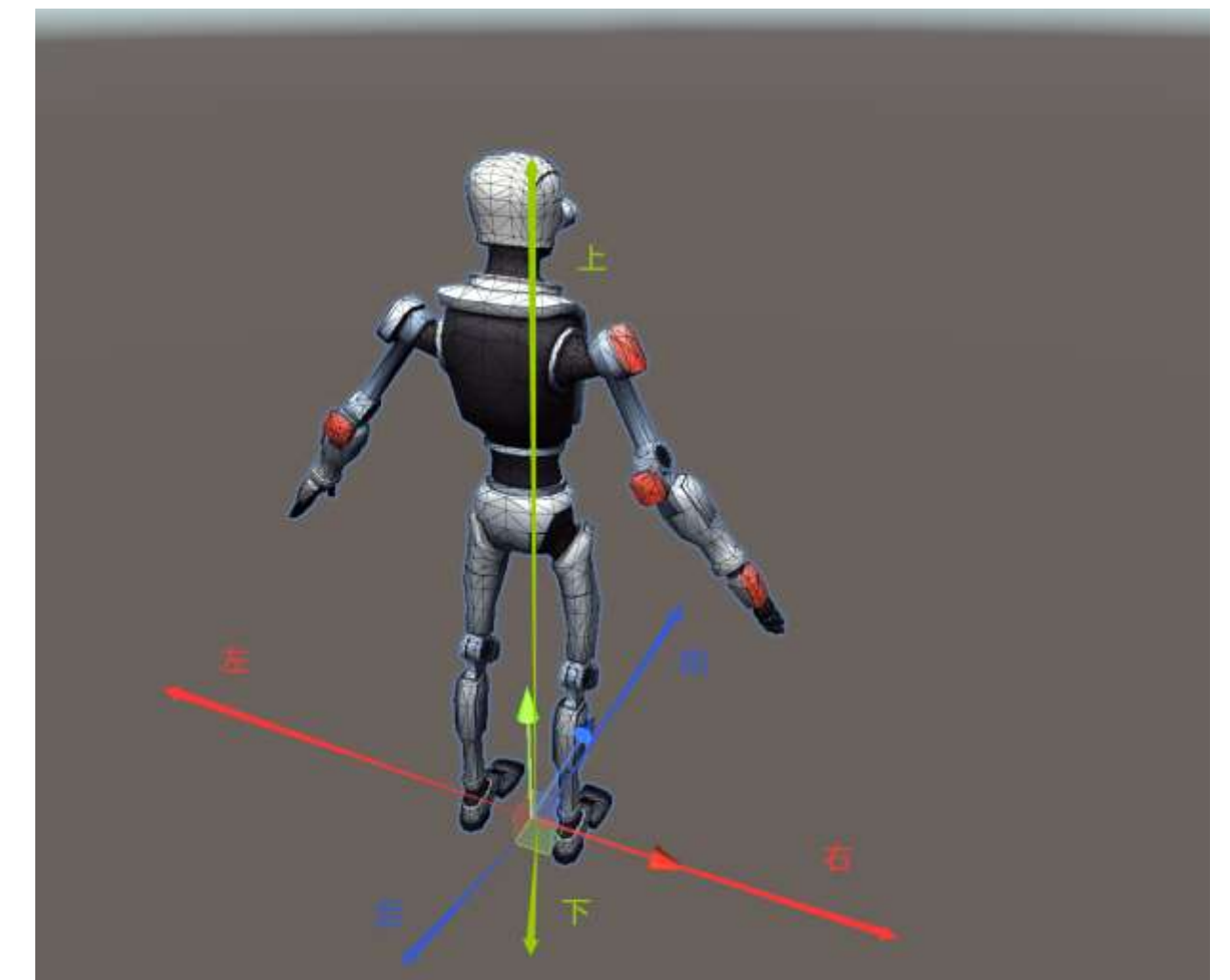
因此模型空间的x、y、z轴，对应的是模型的右、上、前三个方向。

需要注意的是在不同的软件中，比如3DMax和Maya中

模型空间中的xyz不见得是上面这种关系，

因此在开发时，需要让美术同学导出模型时，修改相关设置，

让模型导出后能够满足Unity中的规范





唐老狮系列教程-模型空间变换

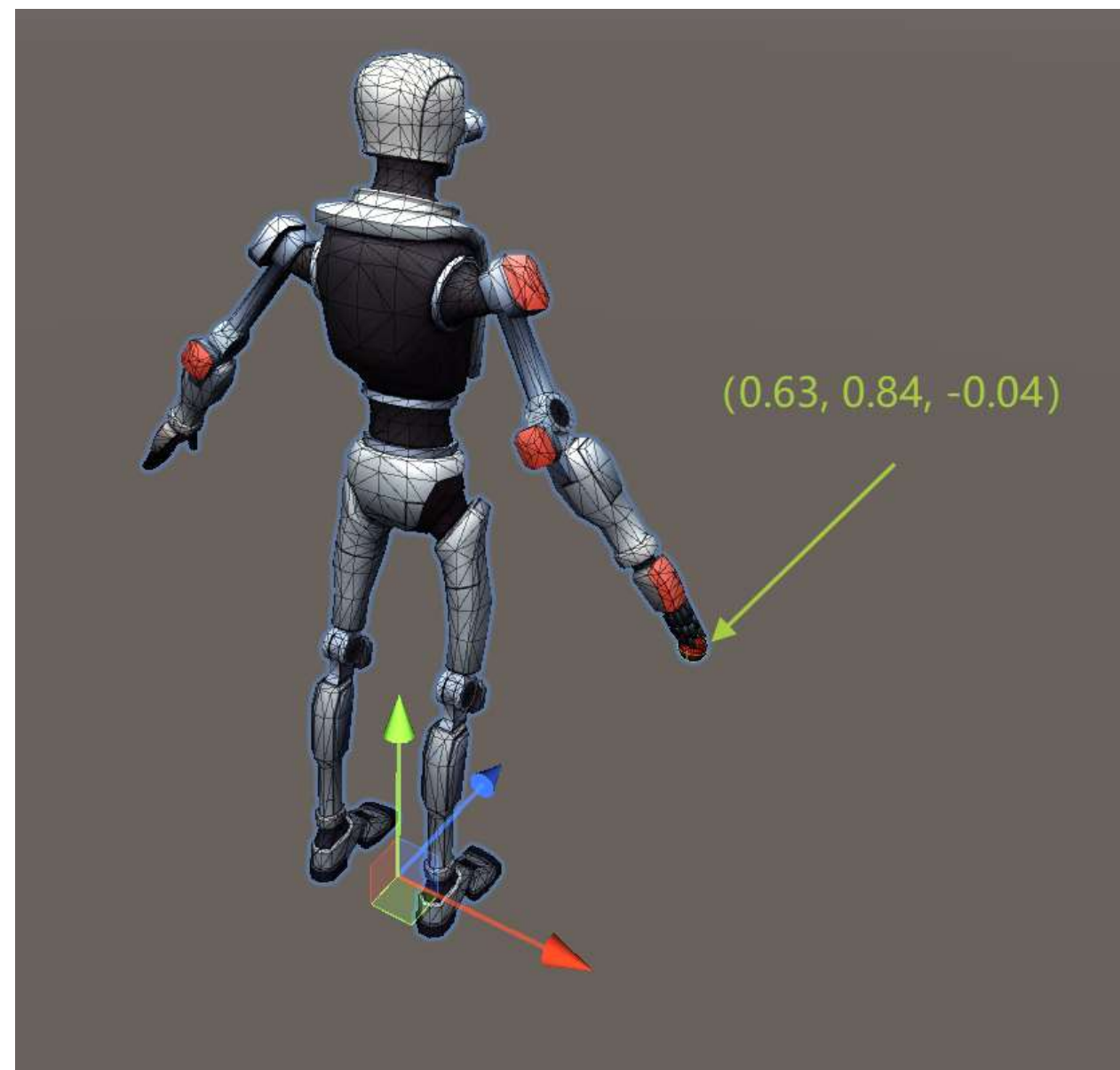
模型空间变换指什么



唐老狮系列教程-模型空间变换

模型空间变换指什么

本课程中的模型空间变换指的主要是**将模型空间中的点或向量通过矩阵乘法计算，变换为相对于世界坐标空间下数据。**



渲染管线是**将数据分阶段的变为屏幕图像的过程**
其中在几何阶段以及光栅化阶段中，我们需要将顶点等数据进行相关的变换，让其最终的数据能够显示在屏幕上。
而模型空间变换就是其中一个重要的变换步骤
就是将模型空间下的点和向量数据转换到世界空间下进行表示



唐老狮系列教程-模型空间变换

如何进行模型空间变换



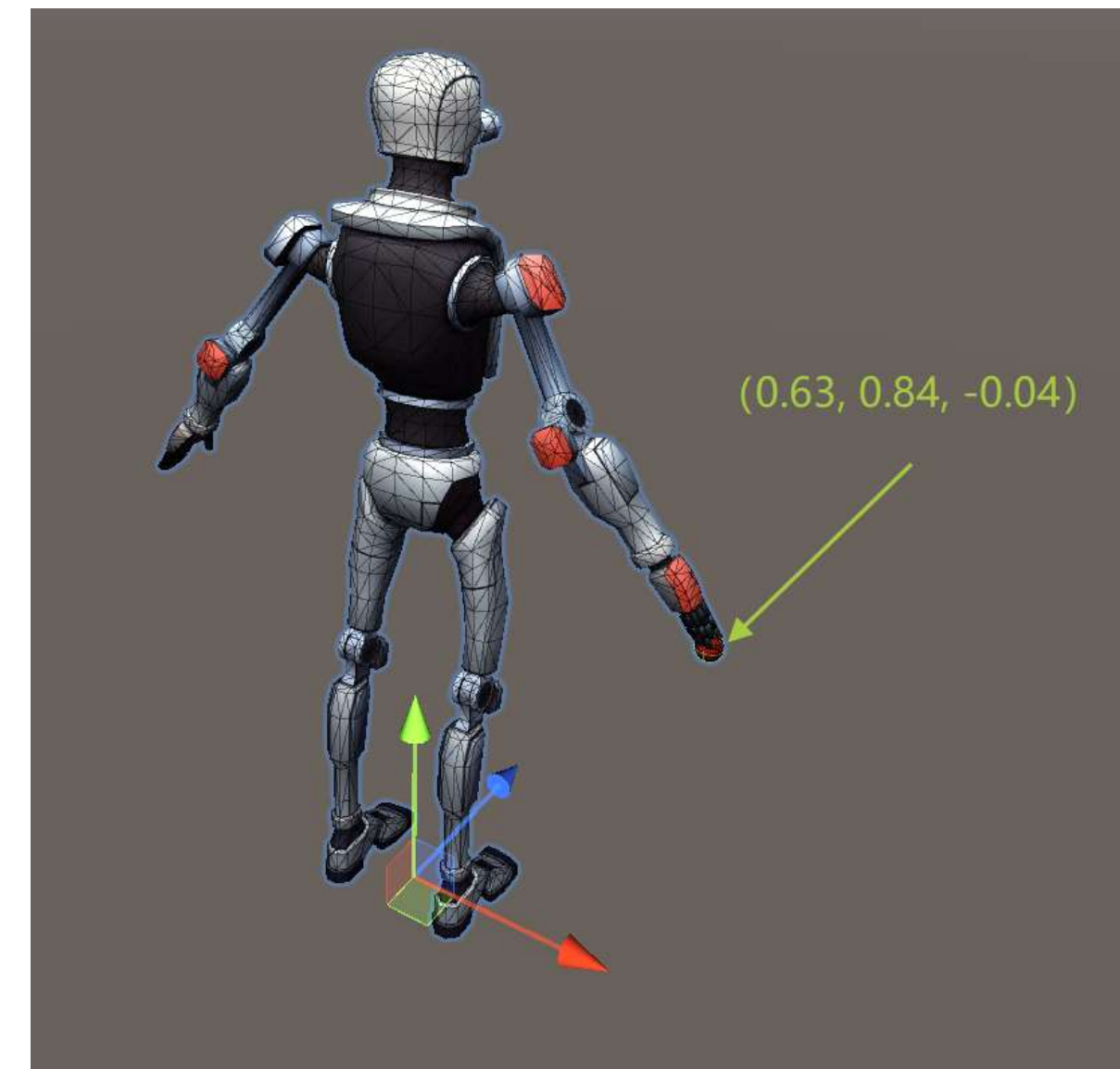
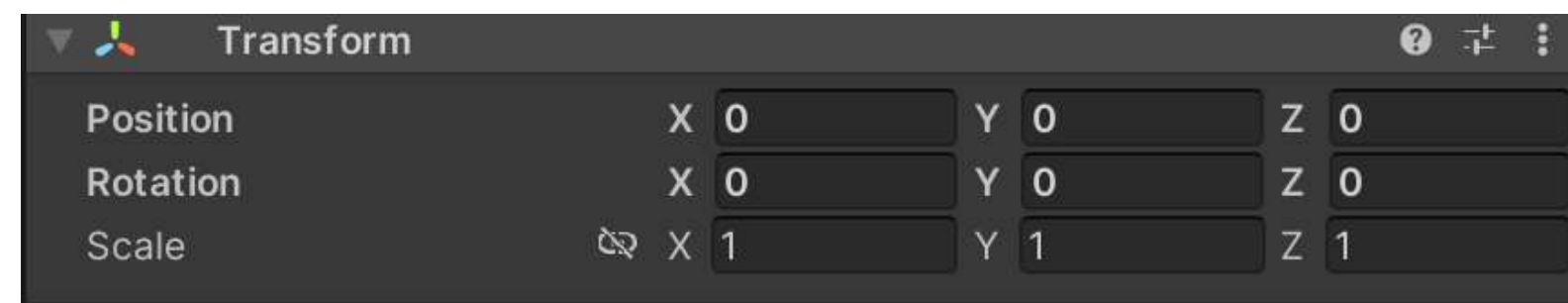
唐老狮系列教程-模型空间变换

如何进行模型空间变换

我们可以假设该机器人模型的手掌红点位置处于模型坐标空间下的:

(0.63, 0.84, -0.04) 点

当模型在Unity中没有任何父对象, 那么该模型空间的坐标系就是相对世界坐标空间的



当模型位于世界坐标原点时, 当前的红点位置相对世界空间也会是 (0.63, 0.84, -0.04) 。

但是当模型进行缩放、旋转、平移时, 该点相对世界空间就会变化。

如果我们将模型进行2倍缩放, 又进行 (0,45,0) 的旋转, 然后再进行(5,0,5)的平移, 红点的相对世界空间坐标是多少呢?




唐老狮系列教程-模型空间变换

如何进行模型空间变换

我们将模型进行2倍缩放，又进行 (0,45,0) 的旋转，然后再进行(5,0,5)的平移，模型坐标空间下的红点 (0.63, 0.84, -0.04) 相对世界空间坐标是多少呢？

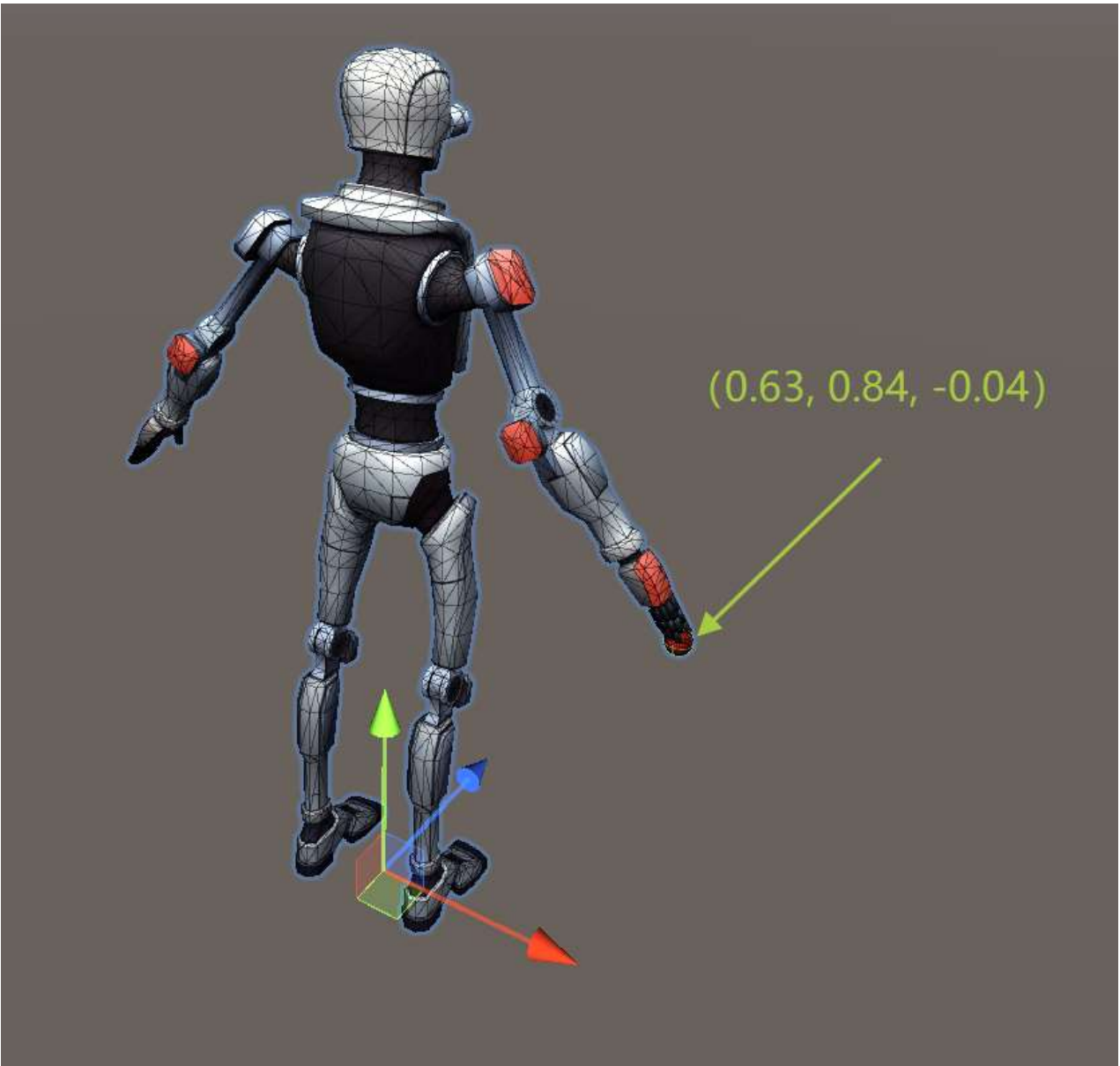
Transform

?

Position	X	5	Y	0	Z	5
Rotation	X	0	Y	45	Z	0
Scale	 X	2	Y	2	Z	2

根据我们之前学习的复合运算相关的知识
在进行复合运算时，一定遵守先缩放、后旋转、再平移的规则。
我们可以得到等式如下：

相对世界坐标系的位置 = 平移矩阵 * 旋转矩阵 * 缩放矩阵 * 红点的列矩阵





唐老狮系列教程-模型空间变换

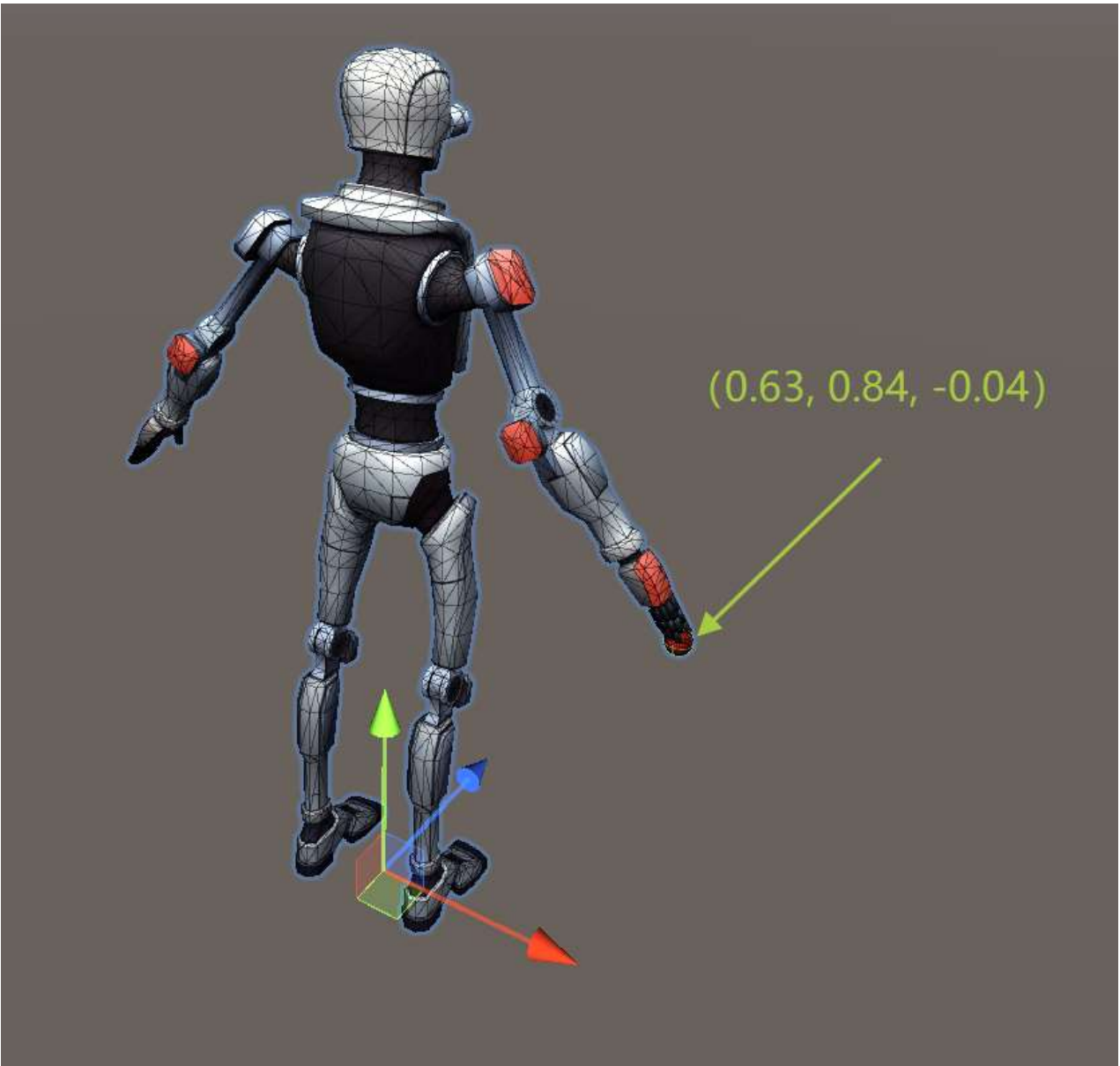
如何进行模型空间变换

我们将模型进行2倍缩放，又进行 (0,45,0) 的旋转，然后再进行(5,0,5)的平移，模型坐标空间下的红点 (0.63, 0.84, -0.04) 相对世界空间坐标是多少呢？

相对世界坐标系的位置 = 平移矩阵 * 旋转矩阵 * 缩放矩阵 * 红点的列矩阵

$$= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 5 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos 45^\circ & 0 & \sin 45^\circ & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin 45^\circ & 0 & \cos 45^\circ & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.63 \\ 0.84 \\ -0.04 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1.414 & 0 & 1.414 & 5 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ -1.414 & 0 & 1.414 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.63 \\ 0.84 \\ -0.04 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5.834 \\ 1.68 \\ 4.052 \\ 1 \end{bmatrix}$$





唐老狮系列教程-模型空间变换

如何进行模型空间变换

根据刚才的例子讲解，我们知道了

模型空间变换的变化规则就是：

模型空间下的点或向量相对于世界空间下的数据表达 =
平移矩阵 * 旋转矩阵 * 缩放矩阵 * 模型空间下的点或向量

其中平移、旋转、缩放矩阵中的具体变换值都是相对于世界空间下的数据

原理：

认为一开始模型坐标空间和世界坐标空间重合
模型发生缩放、旋转、平移变换时
模型空间下的点和向量也应该发生相同的变换

问题：

1. 当存在多层模型父子关系时

直接一层层往上计算接口，或者直接使用transform当中的position、rotation、lossyScale变量进行计算

2. 为什么没有使用上节课讲解的坐标空间变换规则

因为上节课的坐标变换规则是没有讲解缩放相关的

子到父的变换矩阵： $M_{s-f} = \begin{bmatrix} | & | & | & | \\ X_s & Y_s & Z_s & O_s \\ | & | & | & | \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

父到子的变换矩阵： $M_{f-s} = M_{s-f}^{-1}$



唐老狮系列教程-模型空间变换

如何进行模型空间变换

利用坐标空间变换规则进行计算

子到父的变换矩阵: $M_{s-f} = \begin{bmatrix} X_s & Y_s & Z_s & O_s \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

父到子的变换矩阵: $M_{f-s} = M_{s-f}^{-1}$

```
print(this.transform.right);  
print(this.transform.up);  
print(this.transform.forward);  
print(this.transform.position);
```

```
[12:04:24] (0.71, 0.00, -0.71)  
UnityEngine.MonoBehaviour:print (object)  
[12:04:24] (0.00, 1.00, 0.00)  
UnityEngine.MonoBehaviour:print (object)  
[12:04:24] (0.71, 0.00, 0.71)  
UnityEngine.MonoBehaviour:print (object)  
[12:04:24] (5.00, 0.00, 5.00)  
UnityEngine.MonoBehaviour:print (object)
```

补充知识:

当使用坐标空间规则进行计算时

如果存在缩放, 只需要用x、y、z轴向的
单位向量 * 对应轴的缩放因子 即可

$$\begin{bmatrix} 0.71 * 2 & 0 & 0.71 * 2 & 5 \\ 0 & 1 * 2 & 0 & 0 \\ -0.71 * 2 & 0 & 0.71 * 2 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.63 \\ 0.84 \\ -0.04 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1.414 & 0 & 1.414 & 5 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ -1.414 & 0 & 1.414 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.63 \\ 0.84 \\ -0.04 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5.834 \\ 1.68 \\ 4.052 \\ 1 \end{bmatrix}$$



唐老狮系列教程-模型空间变换

| 总结



唐老狮系列教程-模型空间变换

主要讲解内容

1. 模型空间的意义

模型空间的主要意义是方便我们建模，模型的顶点等数据都是基于模型空间表达的。

2. 模型空间变换指什么

将模型空间中的点或向量通过矩阵乘法计算

变换为相对于世界坐标空间下数据

3. 如何进行模型空间变换

方法一：认为一开始模型坐标空间和世界坐标空间重合，模型发生缩放、旋转、平移变换时

模型空间下的点和向量也应该发生相同的变换

方法二：用上节课学习的坐标变换规则进行计算，如果存在缩放，直接用轴向单位向量乘以对应轴缩放因子



唐老狮系列教程

Thank

谢谢您的聆听