

# Heath's Blog

There is no end, it is just the beginning! - A Game Developer's Notes

导航

C++ 博客

首页

联系

聚合 XML

管理

## NEWS

常用链接

我的随笔

我的评论

我参与的随笔

留言簿 (20)

给我留言

查看公开留言

查看私人留言

随笔分类

Arduino(2) (RSS)

BlackBerry(2) (RSS)

Game Development(18) (RSS)

Graphics Programming(8) (RSS)

Network(1) (RSS)

Photography (RSS)

Programming Language(3) (RSS)

PS3 Hacks(2) (RSS)

Script Programming(5) (RSS)

Studying(22) (RSS)

Wireless Hacking(3) (RSS)

XBOX Hacking(2) (RSS)

随笔档案

2013年6月 (1)

2013年5月 (1)

2013年2月 (2)

2012年11月 (4)

2012年9月 (1)

2012年6月 (1)

2012年3月 (1)

2012年2月 (1)

## 学习笔记—四元数与欧拉角之间的转换

在3D图形学中，最常用的旋转表示方法便是四元数和欧拉角，比起矩阵来具有节省存储空间和方便插值的优点。本文主要归纳了两种表达方式的转换，计算公式采用3D笛卡尔坐标系：

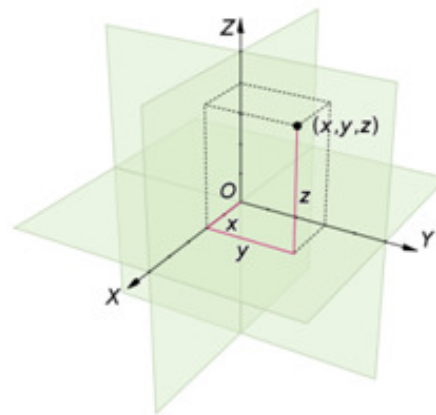


图1 3D Cartesian coordinate System (from wikipedia)

定义  $\psi$ 、 $\theta$ 、 $\phi$  分别为绕Z轴、Y轴、X轴的旋转角度，如果用Tait-Bryan angle表示，分别为Yaw、Pitch、Roll。

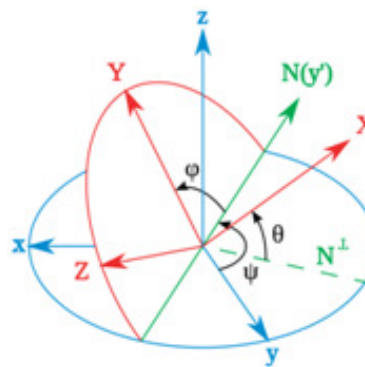


图2 Tait-Bryan angles (from wikipedia)

### 一、四元数的定义

$$q = [w \ x \ y \ z]^T$$
$$|q|^2 = w^2 + x^2 + y^2 + z^2 = 1$$

通过旋转轴和绕该轴旋转的角度可以构造一个四元数：

2012年1月(1)  
 2011年11月(4)  
 2011年8月(2)  
 2011年7月(1)  
 2011年3月(3)  
 2011年1月(1)  
 2010年12月(1)  
 2010年11月(1)  
 2010年9月(1)  
 2010年8月(2)  
 2010年7月(1)  
 2010年5月(2)  
 2010年4月(2)  
 2010年3月(3)  
 2010年1月(3)  
 2009年12月(3)  
 2009年11月(3)  
 2009年10月(2)  
 2009年8月(1)  
 2009年7月(1)  
 2009年6月(4)  
 2009年5月(3)  
 2009年4月(1)  
 2009年1月(2)  
 2008年12月(1)  
 2008年11月(2)  
 2008年10月(3)  
 2008年8月(1)

### 好书推荐

Computer Graphics with OpenGL  
 (3rd Edition)  
 Game Engine Architecture  
 Hackers and Painters - Big Ideas  
 from the Computer Age  
 Head First Design Patterns  
 PBRT  
 Pragmatic Thinking and  
 Learning: Refactor Your Wetware  
 Real-Time Rendering, Third  
 Edition  
 The C++ Programming  
 Language(Special Edition)  
 The Cg Tutorial

$$w = \cos(\alpha / 2)$$

$$x = \sin(\alpha / 2) \cos(\beta_x)$$

$$y = \sin(\alpha / 2) \cos(\beta_y)$$

$$z = \sin(\alpha / 2) \cos(\beta_z)$$

其中  $\alpha$  是绕旋转轴旋转的角度,  $\cos(\beta_x), \cos(\beta_y), \cos(\beta_z)$  为旋转轴在  $x, y, z$  方向的分量 (由此确定了旋转轴)。

## 二、欧拉角到四元数的转换

$$q = \begin{bmatrix} w \\ x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\varphi / 2) \cos(\theta / 2) \cos(\psi / 2) + \sin(\varphi / 2) \sin(\theta / 2) \sin(\psi / 2) \\ \sin(\varphi / 2) \cos(\theta / 2) \cos(\psi / 2) - \cos(\varphi / 2) \sin(\theta / 2) \sin(\psi / 2) \\ \cos(\varphi / 2) \sin(\theta / 2) \cos(\psi / 2) + \sin(\varphi / 2) \cos(\theta / 2) \sin(\psi / 2) \\ \cos(\varphi / 2) \cos(\theta / 2) \sin(\psi / 2) - \sin(\varphi / 2) \sin(\theta / 2) \cos(\psi / 2) \end{bmatrix}$$

## 三、四元数到欧拉角的转换

$$\begin{bmatrix} \varphi \\ \theta \\ \psi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \arctan \frac{2(wx + yz)}{1 - 2(x^2 + y^2)} \\ \arcsin(2(wy - zx)) \\ \arctan \left( \frac{2(wz + xy)}{1 - 2(y^2 + z^2)} \right) \end{bmatrix}$$

$\arctan$ 和 $\arcsin$ 的结果是  $\left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right]$ , 这并不能覆盖所有朝向(对于  $\theta$  角  $\left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right]$  的取值范围已经满足), 因此需要用 $\text{atan2}$ 来代替 $\arctan$ 。

## 四、在其他坐标系下使用

在其他坐标系下, 需根据坐标轴的定义, 调整一下以上公式。如在 Direct3D中, 笛卡尔坐标系的X轴变为Z轴, Y轴变为X轴, Z轴变为Y轴 (无需考虑方向)。

## 五、示例代码

<http://www.cppblog.com/Files/heath/Euler2Quaternion.rar>  
 Demo渲染两个模型, 左边使用欧拉角, 右边使用四元数, 方向键Up、Left、Right旋转模型。

参考文献:

[1]  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Conversion\\_between\\_quaternions\\_and\\_Euler\\_angles](http://en.wikipedia.org/wiki/Conversion_between_quaternions_and_Euler_angles)

Windows via C/C++ [Fifth Edition]

程序员修炼之道：从小工到专家  
学习的艺术  
影响力  
雨林中的欧几里德

好友

fseraph

联系我

heath.luo@gmail.com

摄影

PentaxTiny Eye

资讯网站

Engadget

ExtremeTech

gamasutra

RealtimeRendering

搜索

积分与排名

积分 - 100545

排名 - 116

最新评论 **XML**

1. re: Lua和C的那些事  
绑定lua, 可以试试swig

-shaojingliu

2. re: 针对CUDA的GPU架构知识与  
性能对比[未登录]

@moondark

cuda对外不会有debug版, 有没有试  
过用opencv去link release版的cuda  
库?

-Heath

3. re: 针对CUDA的GPU架构知识与  
性能对比

评论内容较长, 点击标题查看

--moondark

4. re: 针对CUDA的GPU架构知识与

## [2] Ken Shoemake, Animating Rotation with Quaternion Curves, 1985

posted on 2009-12-13 18:44 Heath 阅读(9523) 评论(2) 编辑 收藏 引用 所属  
分类: Graphics Programming

### Feedback

# re: 学习笔记—四元数与欧拉角之间的转换 2010-06-08 22:30 zhaiduo

受教, 受教~ 回复 更多评论

# re: 学习笔记—四元数与欧拉角之间的转换 2012-10-16 22:12 小马甲

厉害呀 受教 回复 更多评论

[刷新评论列表](#)

阿里云代金券

[博客园](#) [博问](#) [IT新闻](#) [C++程序员招聘](#)

标题

姓名

主页

验证码  \* 

内容(提交失败后, 可以通过“恢复上次提交”恢复刚刚提交的内容)

Remember Me?

[登录](#) [使用高级评论](#) [新用户注册](#) [返回首页](#) [恢复上次提交](#)

[使用Ctrl+Enter键可以直接提交]

性能对比

CUDA的最大缺点是需要特定硬件

--bukebushuo

5. re: 针对CUDA的GPU架构知识与性能对比[未登录]

好文要顶!

-Hunter

评论排行榜

- 1. 邪恶的Windows(24)
- 2. PBRT 2.0(18)
- 3. Playing with Proxmark(11)
- 4. "Inception" 简评(7)
- 5. How to install Mac OS X 10.6.3 on PC from Hard Disk(7)

["免费"在线英语培训网站](#)

 [www.vipabc.com...](http://www.vipabc.com...)

每天45分钟搞定英语难题,轻松学英语! 职场晋升必备,VIPABC专业外教现身传授



Google 提供的广告



相关文章:

[针对CUDA的GPU架构知识与性能对比](#)

[写着玩\(1\)—地形编辑](#)

[PBRT 2.0](#)

[Generate Realistic Water based on multiple Normal maps](#)

[描边](#)

[Fresnel Effect](#)

[材质的可视化编辑](#)

网站导航: [博客园](#) [IT新闻](#) [BlogJava](#) [知识库](#) [程序员招聘](#) [管理](#)

Powered by:

C++博客

Copyright © Heath