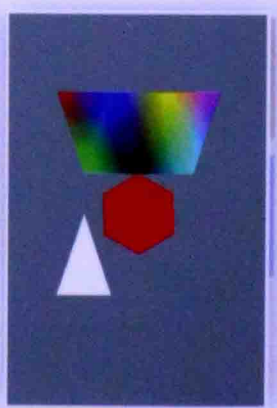
普通高等教育“动画与数字媒体专业”规划教材

iPhone 3D 游戏编程基础

袁冠远 编著
罗 林 审




清华大学出版社

普通高等教育“动画与数字媒体专业”规划教材

iPhone 3D游戏编程基础

袁冠远 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书主要介绍如何使用 OpenGL ES 在 IOS 平台开发交互式 3D 图形程序，重点是游戏开发。全书首先介绍必要的数学工具，然后讲解相关的 3D 概念。书中内容几乎涵盖了 OpenGL ES 中所有基本运算，例如，图元的绘制、光照、纹理、Alpha 融合、模板，以及如何使用 OpenGL ES 实现游戏中所需的技术。

本书内容深入浅出，内容广泛，实践性强，不仅可作为大学本科生教材，也适合各种游戏开发培训机构作为 OpenGL ES 编程的培训教程，对于从事 IOS 3D 游戏程序设计、可视化系统设计或其他图形应用程序开发的开发人员来说，也是一本不可多得的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

iPhone 3D 游戏编程基础 / 袁冠远编著．—北京：清华大学出版社，2013
普通高等教育“动画与数字媒体专业”规划教材
ISBN 978-7-302-33053-0

Ⅰ．①i…　Ⅱ．①袁…　Ⅲ．①移动电话机－游戏－程序设计－高等学校－教材　Ⅳ．①TN929.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 145948 号

责任编辑：白立军
封面设计：常雪影
责任校对：李建庄
责任印制：杨　艳

出版发行：清华大学出版社
网　　址：http://www.tup.com.cn，http://www.wqbook.com
地　　址：北京清华大学学研大厦 A 座　　邮　　编：100084
社 总 机：010-62770175　　邮 购：010-62786544
投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质 量 反 馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
课 件 下 载：http://www.tup.com.cn，010-62795954

印 装 者：北京国马印刷厂
经　　销：全国新华书店
开　　本：185mm×260mm　　**印　　张**：19　　**字　　数**：476 千字
版　　次：2013 年 9 月第 1 版　　**印　　次**：2013 年 9 月第 1 次印刷
印　　数：1～2000
定　　价：34.50 元

产品编号：049465-01

前言

Foreword

当前，移动互联网方兴未艾，被称为世界第三次科技浪潮，它拥有传播、交易、查询、地理定位等功能，强大而便捷的操作方式使它快速融入人们的生活中，成为当代人群社交活动、企业宣传不可缺少的一部分。苹果公司旗下的移动设备（如 iPhone、iPad 等）以其强大的功能、友好的操作界面成为人们的首选。苹果公司移动设备应用程序的开发也成为 IT 行业新的盈利途径。在苹果公司平台所有应用中，游戏应用最受欢迎，数量也最多，排名靠前的应用几乎都是游戏应用。因此，苹果公司移动设备游戏开发前景被非常看好。

目前，市面上关于苹果公司移动设备应用开发的书籍已经琳琅满目，但是，关于使用 OpenGL ES 技术做 3D 应用开发的书籍却不多见，中文版就更少了。本书由浅入深，循序渐进，系统地介绍了 OpenGL ES 技术的方方面面。

对于初学者，最好按照章节顺序从头到尾阅读本书，因为本书的章节编排经过了精心设计，保证了难度的循序渐进。

第 1 章首先介绍了必要的数学基础。

第 2 章讲解了怎样使用开发工具——Xcode 创建一个 OpenGL ES 项目。

第 3 章～第 7 章介绍了 OpenGL ES 的基本理论，包括基本图元的渲染、颜色、顶点格式和纹理，其中第 4 章穿插了游戏循环理论。

第 8 章～第 17 章系统地介绍了 OpenGL ES 相关的 3D 图形技术，包括渲染流水线、混合、多重纹理、光照、顶点索引、顶点缓存对象、深度缓存、模板缓存等 3D 图形技术，其中第 9 章给出了基本的 3D 物体——立方体的创建和渲染；第 13 章介绍了怎么创建更复杂的几何体，包括球体和圆柱体。

第 18 章～第 22 章介绍了几个实用技术，包括 3D 模型的加载、3D 碰撞检测、地形的绘制、天空的绘制、拾取。

此外，每章最后都提供了思考题，以提示读者对该章主要内容进行回顾，培养读者的独立思考能力、实际编程能力和创新能力。

本书用的所有实例程序均已通过调试，可直接在 Xcode 中编译运行。

由于时间关系，本书使用的部分插图来源于参考文献和互联网，在此对原作者一并表示感谢！

感谢罗林主任的特别支持，感谢我的家人对本书撰写的无私支持和付出。

由于作者知识和水平有限，错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正！本人的联系方式是 iosdesigner@qq.com。

袁冠远

2013年7月于广州

目录

Contents

Chapter 1

第1章 数学基础

本章简单介绍3D图形学所用到的数学工具，以便在开始编写演示程序和游戏时对所要使用的数学知识有一个基本认识。本章主要讨论向量(vector)、矩阵(matrix)、变换(transformation)等。本章所讲述的知识只是冰山一角，有关3D数学理论的知识远非一个章节就能讲述清楚的。如果希望学习更多的3D数学理论知识，可以阅读清华大学出版社出版的《3D数学基础：图形与游戏开发》(书号：978-7-302-109464)一书。

1.1 向量

在几何学中，向量用一个有向线段来表示，如图1.1所示。向量的两个重要属性是长度(也称大小或者模)和方向。所以，向量在对同时具有长度和方向的物理量建模时十分有用。例如，当在地板上滚动一个球时，这个球就既有一个前进的方向；也有一个前进的速度，也就是数量大小。在3D图形学的某些应用场合，只用向量表示方向。例如，常常需要知道光线的走向、面的朝向以及3D场景中摄像机的观察方向等。

向量与位置无关，因此两个向量只要长度和方向相同，无论它们的起点是否相同，就认为二者相等。显而易见，这样的两个向量彼此平行。例如，在图1.1中，向量 $\boldsymbol{u}$ 和向量 $\boldsymbol{v}$ 相等。

图1.1中的向量可独立于具体的坐标系，因为向量在空间中并没有一个固定的位置(只与长度和方向有关)。这样，就可以将所有向量进行平移，使其起点与坐标原点重合，如图1.2所示。注意，由于 $\boldsymbol{u}$ 和 $\boldsymbol{v}$ 这两个向量相等，所以彼此完全重合。当一个向量的起始端与坐标原点重合时，称该向量处于标准位置。这样，就可以用向量的终点坐标来描述一个处于标准位置的向量。用于表述向量的坐标称为向量的分量。

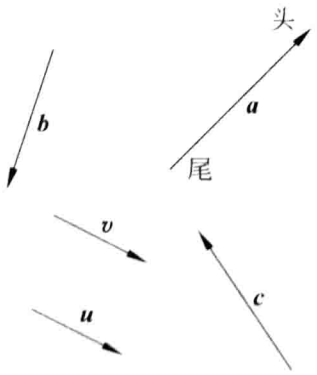


图1.1 独立于具体坐标系的自由向量

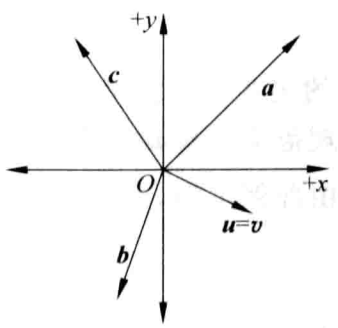


图1.2 处于标准位置的向量

通常用小写的黑斜体字母来表示一个向量，有时也使用大写的黑斜体字母。例如，2D、3D、4D向量分别表示为 $\boldsymbol{u}=(u_x, u_y)$，$\boldsymbol{N}=(N_x, N_y, N_z)$，$\boldsymbol{c}=(c_r, c_y, c_z, c_w)$。

1.1.1 向量相等

在几何学上，有同样方向和长度的两个向量相等。在数学上，有同样维数和分量的向量相等。例如，如果 $u_x=v_x$，$u_y=v_y$ 并且 $u_z=v_z$，则$(u_x, u_y, u_z)=(v_x, v_y, v_z)$。

注意，比较浮点数时要特别注意。由于浮点数的不精确性，通常认为应该相等的两个浮点数可能略有差别。所以，应测试它们是否近似相等。可以定义一个很小的常量——EPSILON，叫做“容差极限”。如果两个值之间的距离小于 EPSILON，就称二者近似相等。换句话说，EPSILON 给出了浮点数不精确度的公差(tolerance)。下面的函数说明了如何使用 EPSILON 来测试两个浮点数是否相等。

```
const float EPSILON=0.001f;
bool Equals(float lhs, float rhs)
{
    return fabs(lhs-rhs)<EPSILON?true : false;
}
```

1.1.2 向量的大小

在几何学中，向量的大小也称为向量的模，就是有向线段的长度。在数学上用两条双竖线将向量括起来表示向量的模。例如，$\boldsymbol{u}$ 的长度表示为 $\|\boldsymbol{u}\|$。

长度为 1 的向量称为单位向量。

长度是距离的度量，这就意味着可以用标准的毕达哥拉斯定理来计算它，公式如下：

$$\|\boldsymbol{u}\| = \sqrt{u_x^2+u_y^2+u_z^2}$$

例：求向量 $\boldsymbol{u}=(1, 2, 3)$和$\boldsymbol{v}=(1, 1)$的大小。

解：$\|\boldsymbol{u}\| = \sqrt{1^2+2^2+3^2}=\sqrt{1+4+9}=\sqrt{14}$

$\|\boldsymbol{v}\| = \sqrt{1^2+1^2}=\sqrt{2}$

1.1.3 向量的规范化

向量的规范化也称为向量的归一化，就是使向量的模变为 1，即变为单位向量。可以通过将向量的每个分量除以该向量的模来实现向量的规范化，如下所示：

$$\hat{\boldsymbol{u}} = \frac{\boldsymbol{u}}{\|\boldsymbol{u}\|} = \left(\frac{u_x}{\|\boldsymbol{u}\|}, \frac{u_y}{\|\boldsymbol{u}\|}, \frac{u_z}{\|\boldsymbol{u}\|}\right)$$

我们约定在单位向量上加一个标记“^”，如$\hat{\boldsymbol{u}}$。

例：规范化向量 $\boldsymbol{u}=(1, 2, 3)$和$\boldsymbol{v}=(1, 1)$。

解：由前例可知，$\|\boldsymbol{u}\| = \sqrt{14}$，$\|\boldsymbol{v}\| = \sqrt{2}$，因此：

$$\hat{\boldsymbol{u}} = \frac{\boldsymbol{u}}{\sqrt{14}} = \left(\frac{1}{\sqrt{14}}, \frac{2}{\sqrt{14}}, \frac{3}{\sqrt{14}}\right)$$

$$\hat{\boldsymbol{v}} = \frac{\boldsymbol{v}}{\sqrt{2}} = \left(\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$$