

# 《计算机图形图像技术》教学大纲

## Technologies of Image and Graphics

执笔人：王志喜

审核人：廖祝华，张世文

### 一、基本信息

课程代码	2001548035	课程性质	专业必修课
课程名称	计算机图形图像技术	英文名称	Technologies of Image and Graphics
学时/学分	56/3.5（其中课堂教学48课时，实践教学8课时）	开课时间	第7学期
适用专业	计算机科学与技术专业		
先修课程	高等数学、线性代数、程序设计、数据结构		
大纲执笔人	王志喜	大纲审核人	廖祝华，张世文
修订时间	2023-08-16	当前版本	2020版

### 二、课程性质与课程学习目标

#### 1. 课程性质

计算机图形图像技术是由计算机图形学和数字图像处理综合而成的一门课程，是计算机科学与技术等专业的专业必修课程。本课程主要介绍计算机图形学和数字图像处理的基本概念、基本原理、基本方法和相关算法。主要要求掌握6方面内容：图形系统的基本知识、二维图形变换和图形生成技术、三维图形变换和图形生成技术、图形程序设计、数字图像处理的基本技术和数字图像处理程序的编写。通过本课程的学习，使学生较好地掌握掌握计算机图形学和数字图像处理的基本技术，获得初步的编写图形图像程序的能力，为今后走向社会，从事图形图像相关的应用开发奠定必要的专业基础。

#### 2. 课程学习目标

课程目标1：掌握图形系统的基本知识和基本的图形变换和图形生成技术，获得编写图形应用程序的基本能力。

课程目标2：掌握数字图像处理的基本技术，获得编写数字图像处理应用程序的基本能力。

课程目标3：引导学生思考图形图像应用开发的系统论、设计方法学、发展规律、价值评判等问题，锻炼学生运用唯物主义的辩证法分析和解决问题的能力，构建符合社会主义核心价值观的关于图形图像应用的世界观、价值观和人生观。

### 三、课程学习目标与毕业要求的对应关系

专业毕业要求	专业毕业要求指标点	课程目标
2、问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题，以获得有效结论。	2.2 能够通过大量的文献查阅及研究分析，找到求解计算机复杂工程问题的多种方案并进行描述。	课程目标1
4、研究：能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。	4.1 能够基于科学原理并采用科学方法针对计算机软硬件系统进行实验设计并确定实验方案与流程。	课程目标3
	4.3 通过数据挖掘、关联分析、数据可视化、信息综合等方法与手段，呈现实验数据及结果，得到合理有效的结论。	课程目标2

#### 四、教学方式及学时分配

序号	主要内容	教学方式	学时	课程思政内容
1	第1章 计算机图形学概述	课堂讲授, 课外实验	2	学习计算机图形学发展简史, 了解国际国内有关图形学的重大事件, 激发学习热情。
2	第2章 基本图元的显示	课堂讲授, 课外实验	1.5	
3	第3章 OpenGL的基本图元	课堂讲授, 课外实验	3	
4	第4章 二维图形变换	课堂讲授, 课外实验	4	介绍中国科学家发明的优秀算法, 增强民族自豪感。
5	第5章 三维图形变换	课堂讲授, 课外实验	5.5	
6	第6章 OpenGL中的图形变换	课堂讲授, 课外实验	2	
7	第7章 三维场景的真实感绘制	课堂讲授, 课外实验	2	
8	第8章 OpenGL中的真实感图形	课堂讲授, 课外实验	2	
9	第9章 数字图像处理概述	课堂讲授, 课外实验	3	学习数字图像发展简史, 了解国际国内有关图像处理的重大事件, 激发学习热情。
10	第10章 OpenCV核心功能与用户接口	课堂讲授, 课外实验	4	
11	第11章 图像的基础运算	课堂讲授, 课外实验	1	
12	第12章 图像的基础变换	课堂讲授, 课外实验	2	
13	第13章 图像的空间转换	课堂讲授, 课外实验	4	
14	第14章 图像增强	课堂讲授, 课外实验	4	
15	第15章 图像解析	课堂讲授, 课外实验	4	

#### 五、教学内容、重点

##### 第1章 计算机图形学概述

可支撑课程学习目标1和3。

##### 1. 教学目标

了解计算机图形学的研究内容和应用领域, 熟悉用Dev-C++开发OpenGL应用的方法。

##### 2. 教学内容

- (1) 计算机图形学的研究对象和内容
- (2) 计算机图形学的部分应用领域
- (3) OpenGL简介
- (4) 用Dev-C++开发OpenGL应用

### 3. 教学方法

课堂讲授，课外实验。

### 4. 本章重点

用Dev-C++开发OpenGL应用。

### 5. 本章难点

用Dev-C++开发OpenGL应用。

### 6. 参考习题

- (1) 第一届ACM SIGGRAPH会议是哪一年在哪里召开的？
- (2) 计算机图形学之父是谁？
- (3) 计算机图形学的最高奖以哪位科学家的名字命名，获得第一届和第二届该奖的分别是哪些科学家？
- (4) 简要介绍计算机图形学的研究内容。
- (5) 图形的构成要素有哪些？
- (6) 简要说明计算机图形学与相关学科的关系。
- (7) 列举一些计算机图形学的应用领域（至少5个）。
- (8) 简要介绍几种计算机图形学的相关开发技术。

### 7. 参考学时数

2学时

## 第2章 基本图元的显示

可支撑课程学习目标1。

### 1. 教学目标

掌握显示器的基本工作原理和基本图元的绘制方法。

### 2. 教学内容

- (1) 显示器的基本工作原理
- (2) 画线算法
- (3) 多边形区域的填充

### 3. 教学方法

课堂讲授，课外实验。

### 4. 本章重点

画线算法，多边形区域的填充。

### 5. 本章难点

画线算法，多边形区域的填充。

### 6. 参考习题

- (1) 假设RGB光栅系统的设计采用8×10英寸的屏幕，每个方向的分辨率为每英寸100个像素。如果每个像素使用8位，存放在帧缓冲器中，则帧缓冲器至少需要多大存储容量（字节数）？
- (2) 分辨率为1024×768的高质量彩色系统（32位）至少需要多少MB帧缓冲器？
- (3) 使用DDA算法绘制端点为(5, 6)和(13, 12)的线段。
- (4) 使用中点画线算法绘制端点为(5, 6)和(13, 12)的线段。
- (5) 使用整数增量的方法计算边(0, 1)~(11, 6)与各扫描线交点的x坐标。

### 7. 参考学时数

1.5学时

## 第3章 OpenGL的基本图元

可支撑课程学习目标1。

### 1. 教学目标

掌握基本的OpenGL程序设计技术以及OpenGL中基本图元的定义和属性设置等。

### 2. 教学内容

- (1) OpenGL编程概述
- (2) 基本图元的定义
- (3) 基本图元的属性

### 3. 教学方法

课堂讲授，课外实验。

### 4. 本章重点

OpenGL编程概述，基本图元的定义。

### 5. 本章难点

基本图元的属性设置。

### 6. 参考习题

(1) 请使用OpenGL和GLUT编写一个简单的图形程序，用于显示一个填充的白色正方形。其中正方形的左下角顶点是(-0.8, -0.8)，右下角顶点是(0.8, -0.8)，程序窗口的大小为(200, 200)，标题为“白色正方形”。

(2) 请使用OpenGL和GLUT编写一个简单的图形程序，用于显示一个填充的红色正三角形。其中正三角形的左下角顶点是(-0.5, 0)，右下角顶点是(0.5, 0)，程序窗口大小为(200, 200)，标题为“红色正三角形”。

(3) 请使用OpenGL和GLUT编写一个简单的图形程序，用于显示一个填充的蓝色四边形。其中四边形的4个顶点分别是(-0.8, -0.8)、(0.5, -0.8)、(0.8, 0.8)和(-0.5, 0.8)，程序窗口的大小为(200, 200)，背景为白色，标题为“蓝色四边形”。

### 7. 参考学时数

3学时

## 第4章 二维图形变换

可支撑课程学习目标1、2和3。

### 1. 教学目标

- (1) 掌握二维基本变换的原理
- (2) 掌握二维变换的复合方法以及二维坐标变换
- (3) 掌握二维对象的观察流程及二维对象的裁剪

### 2. 教学内容

- (1) 二维基本变换以及反射与旋转
- (2) 二维变换的复合
- (3) 二维观察流程及相关变换
- (4) 二维裁剪

### 3. 教学方法

课堂讲授，课外实验。

### 4. 本章重点

二维基本变换，二维变换的复合，二维坐标变换，线段的裁剪，多边形的裁剪。

## 5. 本章难点

二维变换的复合, Cohen-Sutherland算法, Sutherland-Hodgeman算法。

## 6. 参考习题

- (1) 证明一致缩放和旋转形成可交换的操作对, 但一般缩放和旋转不是可交换的操作对。
- (2) 已知旋转角为60度, 旋转中心为(1, 2), 请构造该旋转变换的变换矩阵, 结果至少保留3位小数(也可使用无理数)。
- (3) 已知旋转中心和缩放中心均为 $(x_0, y_0)$ , 旋转角度为 $\theta$ , 缩放系数为 $(s, s)$ (一致缩放), 请构造该带缩放的旋转变换的变换矩阵(OpenCV中的C函数cv2DRotationMatrix()和C++函数getRotationMatrix2D()就是用来计算这个变换矩阵的)。
- (4) 确定反射轴为直线 $y=3x/4$ 的反射变换的变换矩阵。
- (5) 已知 $P(3, 3)$ 和 $Q(6, 7)$ , 新坐标系统的原点位置定义在旧坐标系统的 $P$ 处, 新的 $y$ 轴为 $PQ$ , 请构造完整的从旧坐标系统到新坐标系统的坐标变换矩阵。
- (6) 已知窗口为 $(0, 0) \sim (10, 10)$ , 视区为 $(1, 1) \sim (6, 6)$ , 要求将窗口中位于 $(x, y)$ 的点映像到视区中, 请构造变换公式和变换矩阵。
- (7) 已知线段两个端点坐标分别是 $(-5, 10)$ 和 $(10, -5)$ , 裁剪窗口为 $(0, 0) \sim (10, 10)$ , 请使用Cohen-Sutherland算法计算出裁剪以后剩余的线段。
- (8) 已知某多边形的顶点分别是 $(0, 0)$ 、 $(2, 2)$ 和 $(4, 0)$ , 裁剪窗口为 $(1, 1) \sim (4, 3)$ , 请使用Sutherland-Hodgeman算法计算出该多边形被裁剪以后剩余的部分。

## 7. 参考学时数

4学时

# 第5章 三维图形变换

可支撑课程学习目标1和3。

## 1. 教学目标

- (1) 掌握三维物体的多边形表示和三维基本变换的原理
- (2) 掌握三维变换的复合方法和三维坐标变换
- (3) 掌握三维对象的观察流程及投影变换和裁剪算法

## 2. 教学内容

- (1) 三维物体的多边形表示
- (2) 三维基本变换以及反射与旋转
- (3) 三维变换的复合与三维坐标变换
- (4) 三维观察流程与观察体的设置
- (5) 投影变换与规范化变换
- (6) 三维裁剪

## 3. 教学方法

课堂讲授, 课外实验。

## 4. 本章重点

三维物体的多边形表示, 三维变换的复合, 投影变换, 规范化变换, 三维裁剪。

## 5. 本章难点

三维变换的复合, 投影变换, 规范化变换。

## 6. 参考习题

- (1) 已知三个顶点 $(1, 2, 1)$ 、 $(3, 4, 2)$ 和 $(2, 5, 3)$ , 从里向外以右手系形成逆时针方向。请构造出这三个顶点所确定的平面方程。
- (2) 请构造绕直线 $(0, 0, 0) \sim (3, 4, 0)$ 旋转90度的旋转变换并写出变换矩阵。
- (3) 已知观察参考点为 $(1, 1, 1)$ , 观察面法向量为 $(3, 4, 0)$ , 观察向上向量为 $(-3, 4, 0)$ 。请

构造从世界坐标到观察坐标的变换，写出变换矩阵。

(4) 已知在原坐标系中某个平面的方程为 $3x+4y-10=0$ ，试构造一个变换（并写出变换矩阵），使该平面方程在新坐标系下变成 $z=0$ 。其中，新坐标系的 $y$ 方向为 $(-4, 3, 0)$ ，且新坐标系的原点 $(2, 1, 0)$ 在该平面上。

(5) 求经过平行投影变换后点 $(1, 2, 3)$ 的坐标。已知：观察面为 $z=-4$ ，投影向量为 $(1, 1, 1)$ 。

(6) 求经过透视投影变换后点 $(1, 2, 3)$ 的坐标。已知：观察面为 $z=-4$ ，投影中心为 $(0, 0, 0)$ 。

(7) 已知矩形管道观察体为 $(1, 1, 1) \sim (10, 10, 10)$ ，规范化立方体为 $(-1, -1, -1) \sim (1, 1, 1)$ ，要将窗口中位于 $(x, y, z)$ 的点映射到规范化立方体坐标中，请构造变换公式和变换矩阵。

## 7. 参考学时数

5.5学时

# 第6章 OpenGL中的图形变换

可支撑课程学习目标1。

## 1. 教学目标

掌握OpenGL中图形变换的方法（含视图造型变换、投影变换和视口变换）。

## 2. 教学内容

- (1) OpenGL顶点变换的步骤和常用的变换函数
- (2) 视图造型变换
- (3) 投影变换
- (4) OpenGL中图形变换的例子

## 3. 教学方法

课堂讲授，课外实验。

## 4. 本章重点

视图造型变换，投影变换。

## 5. 本章难点

视图造型变换，投影变换。

## 6. 参考习题

(1) 请使用OpenGL、GLU和GLUT编写一个显示线框立方体的程序。其中立方体的半径为1.5单位，并首先绕 $(0, 0, 0) \sim (1, 1, 0)$ 旋转30度，然后远移6.5单位；观察体规定为：视场角=30度，宽高比=1，近=1，远=100；程序窗口的大小为 $(200, 200)$ ，标题为“线框立方体”。

(2) 请使用OpenGL和GLUT编写一个显示线框球体的简单图形程序。其中球体的半径为0.8，经线数为24，纬线数为12，并绕 $z$ 轴旋转30度，程序窗口的大小为 $(200, 200)$ ，标题为“线框球”。

(3) 请使用OpenGL和GLUT编写一个显示线框椭球体的简单图形程序。其中椭球体的两极方向为上下方向，左右方向的半径为0.98，上下方向的半径为0.49，前后方向的半径为0.6，经线数为48，纬线数为24，使用正投影，裁剪窗口为 $(-1, -0.5) \sim (1, 0.5)$ ，程序窗口的大小为 $(400, 200)$ ，标题为“线框椭球”。

(4) 请使用OpenGL、GLU和GLUT编写一个三维犹他茶壶程序。其中茶壶的半径为1单位，并远移6.5单位；观察体规定为：视场角=30度，宽高比=1，近=1，远=100；程序窗口的大小为 $(200, 200)$ ，标题为“旋转的犹他茶壶”。茶壶绕 $z$ 方向中轴不断旋转，旋转的时间间隔为25毫秒，角度间隔为2度。注意旋转角度必须限定在 $0 \sim 360$ 度以内。

## 7. 参考学时数

2学时

## 第7章 三维场景的真实感绘制

可支撑课程学习目标1和2。

### 1. 教学目标

- (1) 掌握最常用的可见面判别算法
- (2) 掌握基本的光照模型和典型的面绘制算法

### 2. 教学内容

- (1) 深度缓冲器算法
- (2) 光源与基本光照模型
- (3) 多边形面绘制算法

### 3. 教学方法

课堂讲授，课外实验。

### 4. 本章重点

深度缓冲器算法，基本光照模型，多边形绘制算法。

### 5. 本章难点

深度缓冲器算法，基本光照模型，多边形绘制算法。

### 6. 参考习题

- (1) 请概括深度缓冲器算法的步骤。
- (2) 如何计算几个法向量的平均单位法向量。
- (3) 简要介绍一些处理透明物体表面的方法（至少一种）。
- (4) 描述沿多边形边界对光强度插值的增量方法。
- (5) 描述沿扫描线对光强度插值的增量方法。

### 7. 参考学时数

2学时

## 第8章 OpenGL的真实感图形

可支撑课程学习目标1。

### 1. 教学目标

掌握OpenGL中的光照处理方法等真实感绘制方法。

### 2. 教学内容

- (1) OpenGL的基本光照处理
- (2) OpenGL光照处理的例子
- (3) 融合

### 3. 教学方法

课堂讲授，课外实验。

### 4. 本章重点

OpenGL的基本光照处理，OpenGL的融合。

### 5. 本章难点

OpenGL的基本光照处理。

### 6. 参考习题

- (1) 使用OpenGL和GLUT编写一个程序，用于模拟一个非常光滑的纯白球面在烈日暴晒下的效果。
- (2) 已知在一个空旷的场景中有一个粗糙的紫色球体，球体的右上角方向放置了一个白

色的点光源，请使用OpenGL和GLUT编写一个程序模拟出球面上的光照效果（不考虑环境光）。

#### 7. 参考学时数

2学时

## 第9章 数字图像处理概述

可支撑课程学习目标2和3。

### 1. 教学目标

了解数字图像处理的研究内容和应用领域，掌握图像数据格式，熟悉用Dev-C++开发OpenCV应用的方法。

### 2. 教学内容

- (1) 数字图像处理的研究内容和主要应用
- (2) 图像数据格式
- (3) OpenCV简介
- (4) 用Dev-C++开发OpenCV应用

### 3. 教学方法

课堂讲授，课外实验。

### 4. 本章重点

图像数据格式，用Dev-C++开发OpenCV应用。

### 5. 本章难点

图像数据格式。

### 6. 参考习题

- (1) 请计算大小为720\*450的真彩色图像至少需要占用多少字节的存储空间？（结果为972,000）
- (2) 大小为720\*450的真彩色图像保存为真彩色BMP图像文件，请计算该文件的长度是多少字节。（结果为972,054）
- (3) 大小为450\*720的真彩色图像保存为真彩色BMP图像文件，请计算该文件的长度是多少字节。（结果为973,494）
- (4) 请根据BMP文件的格式编写一个C++函数`vector<uchar> loadBmp24(const string &path)`。该函数用于从一个真彩色BMP文件中读取图像数据，保存在uchar数组中（可以忽略非真彩色BMP文件）。
- (5) 随意从互联网下载一幅真彩色图像，使用OpenCV编写一个读入并显示该图像的程序，要求使用真彩色图像和灰度图像两种方式显示。相关函数的使用请参阅例题和OpenCV手册。

#### 7. 参考学时数

3学时

## 第10章 OpenCV的核心功能与用户接口

可支撑课程学习目标2。

### 1. 教学目标

掌握基本的OpenCV程序设计技术以及OpenCV基础数据结构的相关操作。

### 2. 教学内容

- (1) OpenCV GUI命令



- (2) OpenCV基础数据结构
- (3) OpenCV矩阵的基础操作
- (4) OpenCV绘图命令

### 3. 教学方法

课堂讲授，课外实验。

### 4. 本章重点

OpenCV基础数据结构，OpenCV矩阵的基础操作。

### 5. 本章难点

OpenCV基础数据结构。

### 6. 参考习题

(1) 使用OpenCV在一幅新的真彩色图像中(256\*256)绘制一个填充的红色矩形，显示该图像并存入图像文件(Ex11-1.jpg)。其中矩形的2个对角顶点为(64, 64)和(192, 128)。

(2) 使用OpenCV装入一幅大小至少为512\*512的真彩色图像，并显示该图像。然后在源图像中指定一个矩形区域(左上顶点和宽高值分别为(128, 256)和(256, 128)的矩形)，并在结果图像窗口中显示源图像中被选取的部分。

(3) 请使用OpenCV编写一个简单的程序，该程序首先读入一幅真彩色图像，然后将这幅彩色图像的3个通道分离出来，得到3幅灰度图像，最后显示这3幅灰度图像。

### 7. 参考学时数

4学时

## 第11章 图像的基础运算

可支撑课程学习目标1和2。

### 1. 教学目标

掌握图像的基础运算和相应的OpenCV函数，以及图像基础运算的程序设计方法。

### 2. 教学内容

- (1) 算术逻辑运算
- (2) 统计运算
- (3) 常用的函数运算

### 3. 教学方法

课堂讲授，课外实验。

### 4. 本章重点

图像的算术逻辑运算和统计运算。

### 5. 本章难点

图像的关系运算。

### 6. 参考习题

(1) 随机生成一幅浮点数灰度图像(大小和亮度都是随机的，大小值位于区间[128, 639])，然后将该图像变换成亮度是0~1的浮点数图像，最后变换成字节图像并显示该图像。

(2) 首先使用OpenCV装入一幅灰度图像，然后使用函数min()过滤掉源图像中亮度大于指定值(例如128)的像素，并显示源图像和结果图像以便对比。

### 7. 参考学时数

1学时

## 第12章 图像的基础变换

可支撑课程学习目标1和2。

### 1. 教学目标

掌握图像的线性变换、仿射变换和透视变换的基本方法，熟悉OpenCV对线性变换、仿射变换和透视变换的支持。

### 2. 教学内容

- (1) 图像的线性变换及OpenCV中的相关支持。
- (2) 图像的仿射变换及OpenCV中的相关支持。
- (3) 图像的透视变换及OpenCV中的相关支持。

### 3. 教学方法

课堂讲授，课外实验。

### 4. 本章重点

图像的线性变换。

### 5. 本章难点

图像的归一化，插值方法。

### 6. 参考习题

(1) 分别使用最近邻和双线性插值将一幅彩色图像变换成另一幅大小不同的图像。例如，结果图像的宽度和高度分别是源图像的1.25倍和0.75倍。

(2) 使用OpenCV编写一个演示对原图像进行缩放变换的程序。该程序首先装入一幅真彩色图像并显示该图像，然后对该图像进行缩放变换，显示得到的结果。其中旋转中心位于图像中心，缩放系数为(0.707, 0.707)，旋转角度为45度。

### 7. 参考学时数

2学时

## 第13章 图像的空间转换

可支撑课程学习目标1和2。

### 1. 教学目标

掌握对图像进行空间转换的基本方法，熟悉相应的OpenCV函数，获得对图像进行空间转换的程序设计能力。

### 2. 教学内容

- (1) 颜色空间转换
- (2) 离散傅立叶变换
- (3) 离散余弦变换

### 3. 教学方法

课堂讲授，课外实验。

### 4. 本章重点

离散傅立叶变换。

### 5. 本章难点

离散傅立叶变换。

### 6. 参考习题

(1) 使用OpenCV编写一个演示傅立叶变换和逆变换的程序。该程序首先装入一幅灰度图像并显示该图像，然后对该图像进行傅立叶正变换，对得到的结果进行傅立叶逆变换，显

示得到的结果以便与原图像进行比对。

(2) 使用OpenCV编写一个演示离散余弦变换和逆变换的程序。该程序首先装入一幅灰度图像并显示该图像，然后对该图像进行离散余弦正变换，对得到的结果进行离散余弦逆变换，显示得到的结果以便与原图像进行比对。

(3) 请计算对下列实数矩阵进行傅立叶正变换后的变换结果（不缩放结果）。

1	7	4	0
9	4	8	8

(4) 请计算对下列复数矩阵进行傅立叶逆变换后的变换结果（缩放结果， $i$ 是虚数单位）。

41	-2-3i	3	-2+3i
-17	-4-11i	-7	-4+11i

## 7. 参考学时数

4学时

# 第14章 图像增强

可支撑课程学习目标2。

## 1. 教学目标

掌握空域滤波和频域滤波的基本原理以及几种常用的图像增强方法，熟悉OpenCV对图像增强的支持。

## 2. 教学内容

- (1) 图像的灰度空间变换
- (2) 图像的平滑处理
- (3) 图像的锐化处理
- (4) 形态学操作
- (5) 图像的频谱变换

## 3. 教学方法

课堂讲授，课外实验。

## 4. 本章重点

空域滤波的基本原理，图像的平滑处理和锐化处理，图像的频谱变换。

## 5. 本章难点

空域滤波的基本原理，形态学操作，图像的频谱变换。

## 6. 参考习题

(1) 使用OpenCV编写一个程序，该程序对一幅彩色图像进行一次中值模糊，要求分别显示源图像和模糊化以后的图像。其中内核大小为 $5 \times 5$ 。

(2) 使用OpenCV编写一个程序，该程序对一幅灰度图像进行Sobel锐化，要求显示锐化以后的图像。其中内核大小为 $3 \times 3$ ， $x$ 和 $y$ 方向均使用1阶差分。

(3) 使用OpenCV编写一个程序，该程序对一幅灰度图像进行Laplace锐化，要求显示锐化以后的图像。其中内核大小为 $3 \times 3$ 。

(4) 使用OpenCV编写一个程序，该程序使用大小为3的正方形模板（锚点位于模板中心）对源图像进行2次腐蚀操作，要求显示源图像和腐蚀以后的图像。

(5) 使用OpenCV编写一个程序，该程序对一幅灰度图像进行一次2阶指数低通滤波，其中截止频率为20，要求分别显示源图像和滤波以后的图像。

(6) 使用OpenCV编写一个程序，该程序对一幅灰度图像进行一次2阶指数高通滤波，其中截止频率为45，要求分别显示源图像和滤波以后的图像。

## 7. 参考学时数

4学时

## 第15章 图像解析

可支撑课程学习目标2和3。

### 1. 教学目标

掌握最常用的图像特征统计工具和二值化、边缘检测、轮廓检测等常用的图像分割方法。

### 2. 教学内容

- (1) 图像的特征统计
- (2) 图像的二值化
- (3) 图像的特征提取
- (4) 图像的特征描述
- (5) 图像中的景物匹配

### 3. 教学方法

课堂讲授，课外实验。

### 4. 本章重点

图像的灰度直方图，图像的二值化。

### 5. 本章难点

图像的灰度直方图，图像的二值化，轮廓检测。

### 6. 参考习题

(1) 使用OpenCV编写一个程序，该程序对一幅灰度图像进行直方图均衡化，要求分别显示源图像和均衡化以后的图像。

(2) 使用OpenCV编写一个程序，该程序对一幅灰度图像进行二值化变换，要求分别显示源图像和二值化以后的图像。其中二值化阈值为127，高亮度改为255。

(3) 使用OpenCV编写一个程序，该程序对一幅灰度图像进行Canny边缘检测，要求分别显示源图像和检测到的边缘。其中小阈值为50，大阈值为150，内核大小为3。

(4) 使用OpenCV编写一个程序，该程序首先使用Canny算法检测边缘，然后从源图像中复制出边缘像素。注意，源图像是彩色图像，边缘检测时需转换成灰度图像，结果图像也是彩色图像。

(5) 使用OpenCV编写一个程序，该程序对一幅彩色图像（例如当前目录中的lena.jpg）使用指定的模板图像（例如当前目录中的Template.jpg）进行模板匹配。要求使用分别使用OpenCV支持的6种匹配算法分别进行模板匹配，源图像中与模板最匹配的区域分别使用一个指定颜色的矩形标记。

### 7. 参考学时数

4学时

## 六、教学内容与课程学习目标的达成度矩阵

章节名称	课程目标1	课程目标2	课程目标3
第1章 计算机图形学概述	H		H
第2章 基本图元的显示	H		
第3章 OpenGL的基本图元	H		
第4章 二维图形变换	H	L	M
第5章 三维图形变换	H		M
第6章 OpenGL中的图形变换	H		
第7章 三维场景的真实感绘制	H	L	
第8章 OpenGL中的真实感图形	H		
第9章 数字图像处理概述		H	H
第10章 OpenCV的核心功能与用户接口		H	

章节名称	课程目标1	课程目标2	课程目标3
第11章 图像的基础运算	L	H	
第12章 图像的基础变换	L	H	
第13章 图像的空间转换		H	
第14章 图像增强		H	
第15章 图像解析		H	M

## 七、实验教学安排

序号	实验项目	实验学时	实验类型	对应课程目标
1	OpenGL基本图元和图形变换（基本图元的定义和属性设置；反走样；物体的平移、旋转和缩放；显示运动物体）	2	综合	1
2	OpenGL中的真实感图形（使用OpenGL的基本光照处理技术实现物体光照效果；使用融合技术实现透明效果；使用纹理映射技术在物体表面贴上纹理）	2	综合	1
3	OpenCV核心功能（图像的装入和显示；选取图像中的部分内容；图像的基础运算）	2	综合	2
4	图像的变换与解析（图像的颜色空间转换；图像的仿射变换；图像的傅立叶变换和离散余弦变换；图像的平滑处理和锐化处理；图像的频谱变换；图像的灰度直方图；图像的二值化；图像的边缘检测和轮廓检测；图像的匹配）	2	综合	2

## 八、成绩考核

### 1. 考核方式

考试。

课程学习目标与考核内容、考核方式的关系

课程目标	考核内容	考核方式
课程目标1	图形系统的基本知识和基本的图形变换和图形生成技术，编写图形程序的基本能力。	期末笔试，实验，作业，课堂提问
课程目标2	数字图像处理的基本技术，编写数字图像处理应用程序的基本能力。	期末笔试，实验，作业，课堂提问
课程目标3	程序员职业道德和行为规范	实验、课堂提问和讨论

### 2. 考核要求

闭卷考试，其中期末成绩考试占60%，平时成绩占40%。

课程成绩评定方法与课程学习目标的关系

课程目标	期末考试比重	平时作业比重	课堂表现比重	实验比重	课程分目标达成评价方法
课程目标1	40%	40%	40%	40%	分目标达成度=期末考试60%+课堂表现12%+平时作业12%+实验16%
课程目标2	40%	40%	40%	40%	
课程目标3	20%	20%	20%	20%	
合计	100%	100%	100%	100	

课程学习目标与评分标准的对应关系

课程目标	评分标准			
	90-100	80-89	60-79	0-59
	优	良	中/及格	不及格
课程目标1	熟练掌握图形变换与生成技术，具备编写图形程序的能力。	能较好地掌握图形变换与生成技术，具备编写图形程序的能力。	基本掌握图形变换与生成技术，基本具备编写图形程序的能力。	未掌握图形变换与生成技术，不具备编写图形程序的能力。
课程目标2	熟练掌握图像处理的基本技术，具备编写图像处理程序的能力。	能较好地掌握图像处理的基本技术，具备编写图像处理程序的能力。	基本掌握图像处理的基本技术，基本具备编写图像处理程序的能力。	未掌握图像处理的基本技术，不具备编写图像处理程序的能力。
课程目标3	熟悉程序员职业道德和行为规范	熟悉程序员职业道德和行为规范	基本熟悉程序员职业道德和行为规范	不熟悉程序员职业道德和行为规范

## 九、教材和主要参考书目

### 1. 教材

王志喜, 王润云. 计算机图形图像技术. 中国矿业大学出版社. 2018

### 2. 主要参考书

- (1) (美)Donald Hearn. 计算机图形学(第四版). 电子工业出版社. 2014
- (2) 李颖. OpenGL函数与范例解析手册. 国防工业出版社. 2002
- (3) 张远鹏. 计算机图像处理技术基础. 北京大学出版社. 1999
- (4) (美)Adrian Kaehler. 学习OpenCV 3. 清华大学出版社. 2018
- (5) 张广渊. 数字图像处理基础及OpenCV实现. 知识产权出版社. 2014