

第一次作业

一、图像文件格式分析

数字图像采集手段和像素取值范围可以分为二值图像、灰度图像、彩色图像、多光谱图像、医学影像等等；如果考虑时间参量，还有视频。为方便数据交换，需要对图像数据以一定的编码方式进行“打包”，以文件形式记录下来。迄今为止，图像文件格式已经十分丰富，高达上百种。但常用的不过其中的若干种，如自然图像格式 BMP, JPG, PNG, GIF 等，医学影像格式 DICOM，视频格式 MPG、H.264 和 H.265 等。

一般而言，数字图像表现为一个或多个（同样大小的）矩阵，这些矩阵中的元素即为像素值，构成图像数据。在创建图像文件时，还必须包含矩阵的大小（行和列数）、元素取值范围等数据，这些数据连同文件的版权信息、创作者、创作时间和空间信息、图像数据的编码方式等，构成了图像文件的元数据。因此，任何一个图像文件都必须包含元数据（通常放在文件头部）和图像数据（放在文件后面）两部分。

BMP（其实是 bitmap 的简称）是 Windows 定义的一种图像格式，支持压缩和不压缩两种形式。不压缩的形式比较通用，格式也比较简单。在 wingdi.h 文件（在 windows.h 中有：`#include <wingdi.h>`）中能找到 BMP 文件头对应的数据结构的定义。

请同学们仔细分析 BMP 文件结构，并编写程序实现 BMP 文件的读取、显示和存储，针对二值图像、灰度图像、彩色图像进行测试。由此，相信同学们对图像的基本 I/O 操作会有深刻的体会。进而，获取支持常见图像文件格式的开源程序包（如 ffmpeg, ImageMagick, CxImage, OpenCV 等），并集成到你的系统里。这样，你的系统就具备了基本的图像输入和输出功能，可以进一步开展图像处理的研究与应用了。

二、图像旋转算法设计

我们一般把（模拟）图像看成是定义在平面区域上的函数。考虑图像 $f: D \rightarrow \mathbb{R}^n$ ，其中 $D \subset \mathbb{R}^2$ 。通常，取 D 为矩形 $[0, w] \times [0, h]$ ，其中 $w > 0$ 和 $h > 0$ 分别为图像的宽度和高度。若 $n=1$ ，则 f 为灰度图像；特别地，若 f 取值仅为 0 或 1，则 f 为二值图像。若 $n=3$ ，则 f 为彩色图像。

现在考虑将图像 f 沿逆时针方向旋转 α ，设旋转变换矩阵为 R_α （请写出该旋转矩阵），旋转后的图像为 $g: E \rightarrow \mathbb{R}^n$ 。则

$$E = R_\alpha D = \{ R_\alpha x \mid x \in D \}, \text{ 且 } g(R_\alpha x) = f(x), \forall x \in D.$$

数字图像是模拟图像的离散形式；注意，数字图像的像素位置（对应定义域上的坐标）和像素值（对应函数值）都是用整数表达的。请同学们分析和设计离散型情形下图像旋转算法并予以实现。特别注意两种实现方式的差异。其一为“送”， $\forall x \in D$ ，令 $y = \text{round}(R_\alpha x)$ ，赋值 $g(y) = f(x)$ ；另一为“取”， $\forall y \in E$ ，令 $x = \text{round}(R_{-\alpha} y)$ ，赋值 $g(y) = f(x)$ 。

离散的世界很精彩，离散的世界很无奈！
只有精心培育，花儿才能盛开！

三、作业要求

1. 撰写完整的报告：逻辑通畅，表达清晰，行文规范；不要有错别字和病句。
2. 提供完整的程序（算法原理和实验结果图能在报告中充分反映）。
3. 上述文件打包成“姓名-作业 1.zip”的形式，10 月 8 日前，按照名单（已共享到群内）上的序号，发给下列同学：

钟志强，1-25；孔胜，26-50；彭科海，51-75；沈俊羽，76-100；黄浩贤，101-127

祝同学们节日快乐！