

东北大学秦皇岛分校征龙凌沧战队算法组

C++培训结课设计——图像矩阵

1 引言

计算机视觉是让计算机能够理解其所看到的事物，并对这份视觉信息进行一定分析和处理的研究领域，主要涉及对图像的处理和分析等操作。如今，主流的计算机视觉库都是通过二维矩阵保存图像信息，其中像素是构成图像的基本单元，每一个像素通过行列组合成矩阵就形成了图像，如图 1 所示。

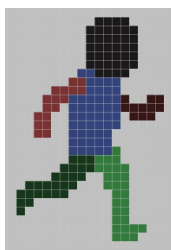


图 1 使用像素表示的图像

在本次结课设计（后称“课设”）中，各位同学需要根据下文对“图像矩阵”的定义，使用 C++完成“图像矩阵”类的设计与相关功能的开发，最终使用设计的类完成课设所要求的相关任务。

2 图像矩阵

图像矩阵是一个具有存储图像信息功能的矩阵，其内部存在一个 $W \times H$ 大小的二维数组用于保存图像信息， W 和 H 分别为图像的宽和高，二维数组的类型为整数型，即每一个像素都代表了一个整数，像素值的范围限制在 0~255 之间（包括 0 和 255）。对于图像矩阵来说，左上角第一个像素的位置为(0,0)，水平方向为 X 轴，垂直方向为 Y 轴。其应该实现以下功能：

2.1 创建图像

该功能可以创建一张图像，当以默认形式创建时，图像内容为空，宽高为 0；当指定了图像的宽和高时，将创建一张指定宽高，所有像素值均为 0 的图像。

2.2 判空

图像内容为空时，对图像进行操作是没有意义的，因此需要一个判空功能，判断当前图像是否为空。

2.3 读取与保存

图像应当可以从文件中读取，或保存为文件，该功能要求实现程序与文件系统的交互，将二维数组中的值保存在本地文件中，数据的排布格式不作限制。

2.4 显示

图像在经过处理后需要通过展示在可视化界面上以观察其处理效果，因此需要设计一个功能，将像素的整数值以行列排布的形式进行输出，如图 2 所示。

33	23	32	93	33	77	34	35	42	11	15	16	20
21	138	0	12	43	83	81	73	68	52	51	115	49
25	243	155	132	142	137	140	130	211	205	102	121	0
64	232	54	76	47	42	140	89	67	63	37	187	6
19	111	57	43	34	74	109	171	45	33	32	45	8
32	152	56	42	52	71	255	95	198	243	41	11	91
76	15	171	165	121	158	45	19	0	51	153	134	90
88	1	74	11	89	37	34	25	8	2	77	191	5
54	6	90	15	84	32	1	9	86	55	42	8	91

图 2 显示功能所预期的效果

2.5 二值化显示

在图像中，为 0 的像素与不为 0 的像素具有较大的区别，因此需要设计一个功能区分这两种像素，当前位置的像素为 0 时，输出一个字符'.'，当前位置的像素不为 0 时，输出一个字符'O'，如图 3 所示。

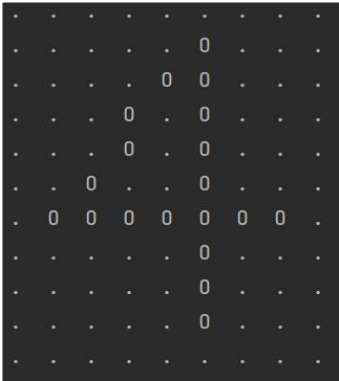


图 3 二值化显示功能所预期的效果（显示出了数字 4）

2.6 绘制点

该功能可以修改指定位置像素的值，其具有三个输入值 X、Y、VALUE，X 与 Y 指定了位置，VALUE 指定了该位置修改之后的值。

2.7 绘制框

该功能可以在图像上绘制一个方形的框，框的粗细为 1 个像素，其具有 5 个输入值 X、Y、W、H、VALUE，X 与 Y 指定了框左上角的位置，W 与 H 指定了框的宽度和高度，VALUE 指定了框的值。

2.8 阈值化

该功能对整张图像进行处理，具有一个输入值 THR，该功能会将整张图像上像素值小于等于 THR 的像素点全部修改为 0，使用该功能可以过滤掉图像上的杂色信息。

2.9 翻转

该功能可以将整张图像进行左右翻转，即以轴对称的方式，将左边各列的像素值与右边各列的像素值交换。

2.10 旋转

该功能可以将整张图像进行一次顺时针 90° 的旋转。

3 任务要求

3.1 类的设计

使用 C++ 完成图像矩阵类的设计，尽可能实现上述定义中所提到的所有功能。

3.2 创建图像与绘制

使用图像矩阵类创建一张 5×7 的图像，除 (0,0) 点外，将图像边缘一圈的值修改为 255，使用“显示”功能展示修改后的图像。

3.3 方法调用与组合

使用“翻转”和“旋转”功能，额外实现图像的上下翻转，并对任务 2 中的图像执行上下翻转操作，使用“显示”功能展示修改后的图像。

3.4 综合应用

下表为一张复杂场景下的图像，图像中蕴含了 RoboMaster 的标志字符‘R’，将其复制到 TXT 文件中，使用“读取”功能将其读入到程序中，观察图像数据的分布，选择合适的阈值，使用“阈值化”功能对图像处理，使其凸显出字符‘R’，并使用“翻转”和“旋转”操作摆正字符，使用“二值化显示”功能展示修改后的图像。

33	23	32	93	33	77	34	35	42	11	15	16	20
21	138	0	12	43	83	81	73	68	52	51	115	49
25	243	155	132	142	137	140	130	211	205	102	121	0
64	232	54	76	47	42	140	89	67	63	37	187	6
19	111	57	43	34	74	109	171	45	33	32	45	8
32	152	56	42	52	71	255	95	198	243	41	11	91
76	15	171	165	121	158	45	19	0	51	153	134	90
88	1	74	11	89	37	34	25	8	2	77	191	5
54	6	90	15	84	32	1	9	86	55	42	8	91

表 1 任务 4 中复杂场景下的图像

4 评分细则

在完成课设的相关设计后，征龙凌沧战队算法组（后称“算法组”）会对课设成果进行考核与评分。综合 RoboMaster 赛事中对算法组能力的要求，任务 3.1~3.4 的分数占比为：任务 3.1 占比 50%，任务 3.2 与任务 3.3 占比 10%，任务 3.4 占比 30%。

对于任务 3.1，算法组将着重考察功能的完善程度，对题目的理解与新颖的实现方式，代码的规范程度。

对于任务 3.2~3.4，算法组将着重考察任务的完成情况。

5 参考文献

[1] 曾庆铨,了解 CV 和 RoboMaster 视觉组——你的最后一本计算机视觉入门手册,湖南大学机器人学院 RoboMaster 跃鹿战队 2022 视觉组