

# 哈爾濱工業大學

## 数字图像处理实验报告

实验 (一)

题	目	Experiment 1
学	院	计算机学院
专	业	计算机科学与技术
学	号	1160300909
学	生	张志路
任	课 教 师	姚鸿勋

哈尔滨工业大学计算机科学与技术学院

2018 年秋季

## 一、 实验内容

1. 完成如下颜色空间的转换。(4 Points)

- 1) RGB->YIQ
- 2) RGB->HSI
- 3) RGB->YCbCr
- 4) RGB->XYZ

2. 选做：自己实现对 BMP 文件头的读取，并解析 BMP 图像文件。(2.5 Points)

注：仓库地址为 <https://gitlab.com/1160300909/digital-image-processing-experiments>

## 二、 实验目的

1. 了解图像颜色空间的转换关系。
2. 了解图像的文件结构。

## 三、 实验环境

1. 编程语言：python 3.6.4
2. 编程工具：PyCharm 5.0.3、Anaconda3-5.1.0
3. 操作系统：Windows 10 中文版 64-bit

## 四、 实验设计、算法和流程

### 3.1 读取 bmp 文件

#### 1. bmp 文件格式

典型的 BMP 图像文件由文件头、位图信息头、调色板和位图数据四部分组成。

##### (1) 位图头文件

位图头文件的数据结构包含 BMP 图像文件的类型、显示内容等信息。

1-2: (这里的数字代表字节偏移量，下同) 位图文件的类型，必须为 BM。

3-6: 整个位图文件的大小，以字节为单位。

7-8: 位图文件保留字，必须为 0。

9-10: 位图文件保留字，必须为 0。

11-14: 位图数据部分的起始位置，以相对于文件头的偏移量表示，以字节为单位。

## (2) 位图信息

位图信息数据结构包含有 BMP 图像的宽、高、压缩方法，以及定义颜色等信息。

15-18: 位图图信息头长度，表示本结构所占用字节数。

19-22: 位图宽度，以像素为单位。

23-26: 位图高度，以像素为单位。

27-28: 目标设备的级别，必须为 1。

29-30: 每个像素的位数。有 1（单色），4（16 色），8（256 色），16（64K 色，高彩色），24（16M 色，真彩色），32（4096M 色，增强型真彩色）。本实验中的像素位数为 24。

31-34: 位图压缩类型。有 0（不压缩），1（8 位 RLE 压缩），2（4 位 RLE 压缩）等。本实验中的压缩类型为 0。

35-38: 位图数据部分的大小，以字节为单位。

39-42: 位图水平分辨率，每米像素数。

43-46: 位图垂直分辨率，每米像素数。

47-50: 位图使用的颜色索引数。设为 0 的话，则说明使用所有调色板项。

51-54: 对图象显示有重要影响的颜色索引的数目。如果是 0，表示都重要。

## (3) 调色板

调色板这部分是可选的，有些位图需要调色板，有些位图比如真彩色图（24 位的 BMP）就不需要调色板。本实验中的 24 位真彩色图像不使用彩色板，因为位图中的 RGB 值就代表了每个像素的颜色。

## (4) 位图数据

位图数据记录了位图的每一个像素值，记录顺序是在扫描行内是从左到右，扫描行之间是从下到上。

对于本实验 24 位真彩色图像而言，每三个字节表示一个像素，每个像素内的颜色顺序按 B、G、R 依次存储，各占用 1 字节空间。

## 2. 读取 bmp 文件算法流程

读取二进制图片文件，将文件所有内容看做一个对象。根据上述文件格式，依次利用 `struct.unpack` 函数将不同属性的字节流转换成相应的 python 数据类型，并作为 bmp 对象的属性存储记录。其中数据部分的内容存储为矩阵形式，注意此时像素内的颜色顺序为 B、G、R。

## 3. 存储 bmp 文件算法流程

创建并打开二进制文件，根据上述文件格式，依次利用 `struct.pack` 函数将不同属性的值转换成相应的字节流，写入到文件中即可。

## 3.2 RGB to YIQ

### 1. YIQ 简介

YIQ 色彩系统通常被北美的电视系统采用。Y 是指颜色的亮度(Luminance)，即亮度(Brightness)。I 和 Q 表示色度(Chrominance)，描述图像色调及色彩饱和度的属性。

RGB 到 YIQ 的转换公式如下：

$$Y = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B$$

$$I = 0.596 * R - 0.274 * G - 0.322 * B + 128$$

$$Q = 0.211 * R - 0.523 * G + 0.312 * B + 128$$

### 2. 算法设计与流程

依据上述公式编写代码，将 B、G、R 转换到相应的 Y、I、Q，然后再将数据按 Y、I、Q 顺序存入文件即可。

## 3.3 RGB to HSI

### 1. HSI 简介

HSI (Hue, Saturation, Intensity)颜色系统的 I 分量与图像的色彩信息无关；H 和 S 分量与人的感受颜色的方式一致。

RGB 到 HSI 的转换公式如下：

$$\text{令 } r = R / (R + G + B), g = G / (R + G + B), b = B / (R + G + B)$$

则：

$$H = \frac{180}{\pi} \cos^{-1} \frac{0.5 [(r - g) + (r - b)]}{[(r - g)^2 + (r - b)(g - b)]^{1/2}} \quad b \leq g$$

$$H = 360 - \frac{180}{\pi} \cos^{-1} \frac{0.5 [(r - g) + (r - b)]}{[(r - g)^2 + (r - b)(g - b)]^{1/2}} \quad b > g$$

$$S = (1 - 3 * \min(r, g, b)) * 100$$

$$I = (R + G + B) / 3$$

### 2. 算法设计与流程

依据上述公式编写代码，将 B、G、R 转换到相应的 H、S、I，然后再将数据按 H、S、I 顺序存入文件即可。另外转换时要注意分母为零的情况。

## 3.4 RGB to YCbCr

### 1. YCbCr 简介

YCrCb 彩色模型是由国际电联(ITU-RBT.601[898])制定的一个全球统一的数字电视标准，它主要用于两种不同电视制式的兼容。Y 平面表示亮度信息，CrCb 平面表示色度。YCrCb 彩色模型的优点在于人眼一般对于亮度的变化比对色度的变化更敏感。因

此，为了压缩的目的，色差信息可以以较低的比特率编码，而不显著地影响接受图像的品质。Y 受制于光照条件，而 CrCb 分量更鲁棒。

RGB 到 YCbCr 的转换公式如下：

$$Y = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B$$

$$Cb = -0.169 * R - 0.331 * G + 0.500 * B + 128$$

$$Cr = 0.500 * R - 0.419 * G - 0.081 * B + 128$$

## 2. 算法设计与流程

依据上述公式编写代码，将 B、G、R 转换到相应的 Y、Cb、Cr，然后再将数据按 Y、Cb、Cr 顺序存入文件即可。

## 3.5 RGB to XYZ

### 1. XYZ 简介

RGB 系统的颜色匹配函数会出现负值（意味着某些颜色采用直接匹配方式不能得到），给实际应用带来不便。于是，1931 年 CIE（国际照明委员会）推荐了一个新的颜色系统 XYZ 系统。

RGB 到 XYZ 的转换公式如下：

$$X = 0.412453 * R + 0.357580 * G + 0.180423 * B$$

$$Y = 0.212671 * R + 0.715160 * G + 0.072169 * B$$

$$Z = 0.019334 * R + 0.119193 * G + 0.950227 * B$$

## 2. 算法设计与流程

依据上述公式编写代码，将 B、G、R 转换到相应的 X、Y、Z，然后再将数据按 X、Y、Z 顺序存入文件即可。

## 五、 实验结果

如图 1，命令行运行程序截图如下。

```
D:\学习-课程\大三\视听觉\实验\视觉\实验一\code\code v2>python 1160300909-Exp-1.py path/to/Test-Image-4.bmp
正在转换为YIQ.....
正在转换为HSI.....
正在转换为YCbCr.....
正在转换为XYZ.....
Finish!
```

图 1

如图 2，原图（24 位无调色板 bmp 文件）如下。



图 2

如图 3，RGB 转换为 YIQ 后显示如下。

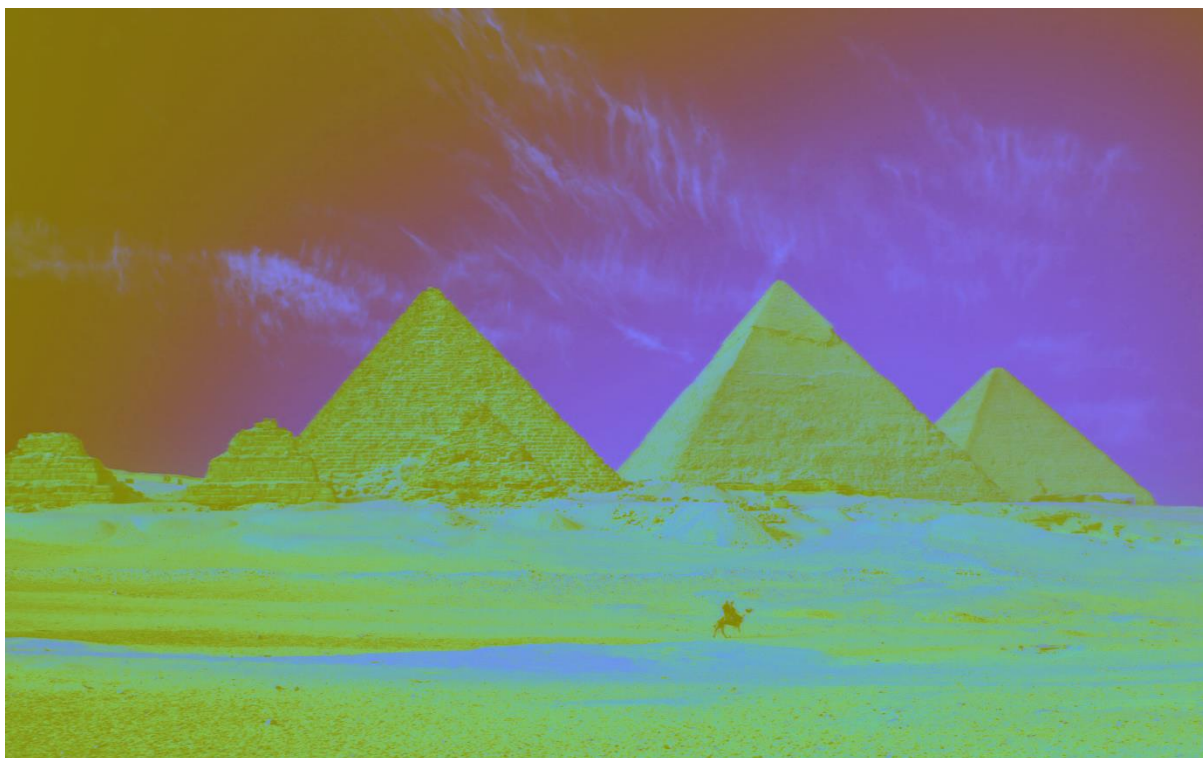


图 3



如图 4，RGB 转换为 HSI 后显示如下。

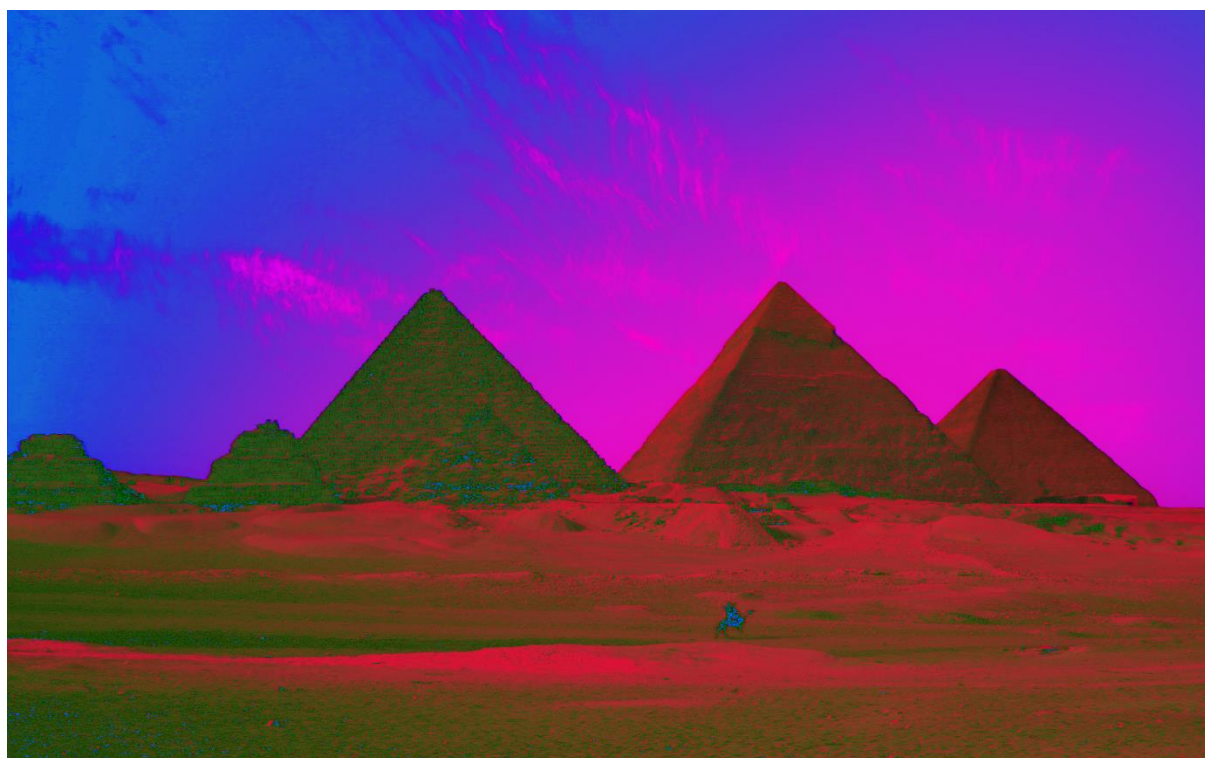


图 4

如图 5，RGB 转换为 YCbCr 后显示如下。

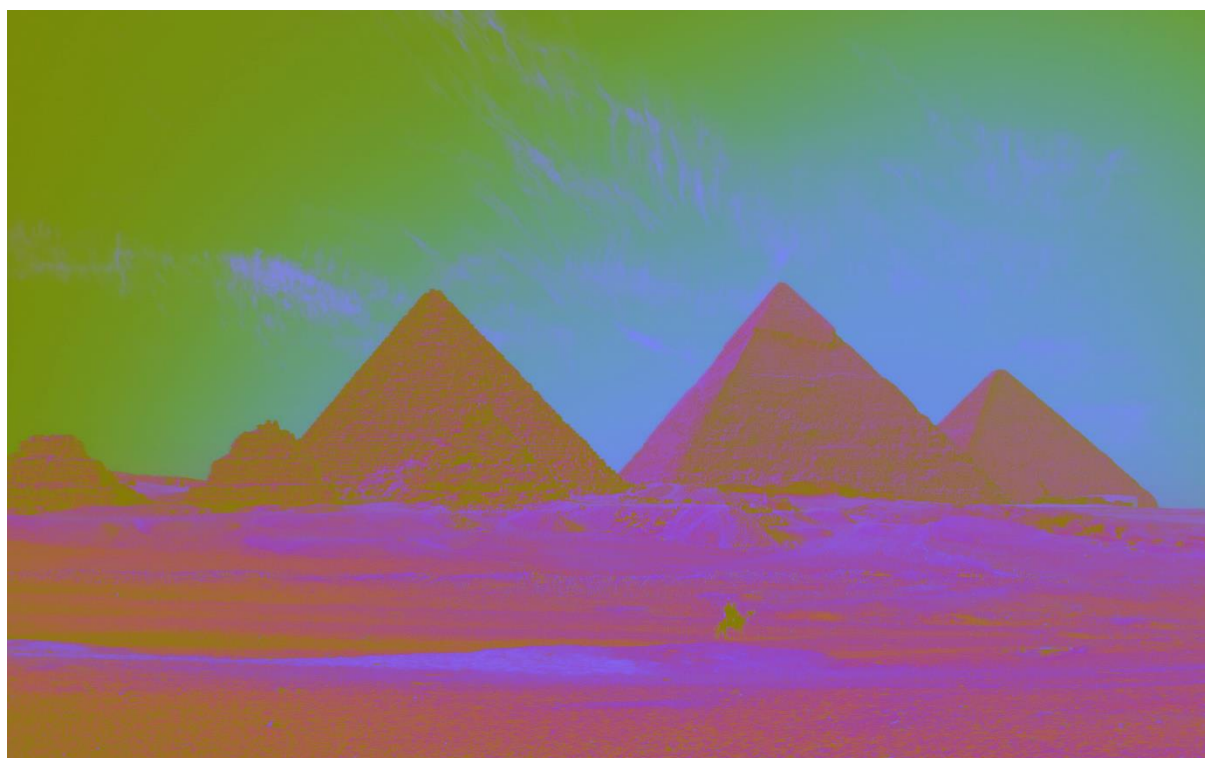


图 5

如图 6，RGB 转换为 XYZ 后显示如下。



图 6

## 六、 结论

1. 通过本次实验，我熟悉了 bmp 文件的格式，并成功进行了读取与写入。
2. 了解了颜色空间的类型，熟悉了转换公式，并实现了四种颜色空间的转换。
3. 初步了解了 OpenCV 的使用，了解了一些 OpenCV 的基本函数并进行了实现。

## 七、 参考文献

- [1] 冈萨雷斯, 伍兹. 数字图像信号处理[M]. 北京: 电子工业出版社, 2011: 249-267.
- [2] BMP file format[EB/OL]. [2018-12-05]. [https://en.wikipedia.org/wiki/BMP\\_file\\_format](https://en.wikipedia.org/wiki/BMP_file_format).
- [3] List of color spaces and their uses[EB/OL]. [2018-12-05]. [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_color\\_spaces\\_and\\_their\\_uses](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_color_spaces_and_their_uses).
- [4] YIQ[EB/OL]. [2018-12-05]. <https://en.wikipedia.org/wiki/YIQ>.
- [5] HSL and HSV[EB/OL]. [2018-12-05]. [https://en.wikipedia.org/wiki/HSL\\_and\\_HSV](https://en.wikipedia.org/wiki/HSL_and_HSV).
- [6] YCbCr [EB/OL]. [2018-12-05]. <https://en.wikipedia.org/wiki/YCbCr>.
- [7] CIE 1931 color space [EB/OL]. [2018-12-05]. [https://en.wikipedia.org/wiki/CIE\\_1931\\_color\\_space](https://en.wikipedia.org/wiki/CIE_1931_color_space).