

# 数字图像处理实验

## 一、基本信息

- 1. 完成人：09021220 周天逸
- 2. 完成日期 2023年12月20日

## 二、实验步骤

### 1. 读取raw文件，生成图片

自行编写程序从文件中读出实验图像数据。实验图像数据有效灰度范围[0, 4095]，即 12 位有效灰度，每像素 2 字节（最高 4 位数据无效，有效灰度保存于低 12 位）。数据文件为自定义格式（非标准格式），文件中的数据按字节存放顺序如下图：

文件开始的 4 字节存放图像宽参数，其后 4 字节存放图像高参数，此两参数均为无符号长整型（unsigned long），紧随其后为按光栅扫描顺序（从左向右，逐行扫描）存放的像素值，像素值为无符号短整型（unsigned short）。所有多字节数据都按 intel 顺序（即低字节在前，高字节在后）存放。文件不包含其它数据。

### 1. 类型转换模块

- 1. 图像的长宽为4字节，使用buffer大小为4来读取

#### 1. 代码实现

```
unsigned long convert_to_long(char* buffer) {
    unsigned long value = 0;
    value |= (unsigned char)buffer[0]; // 将低字节放在低位
    value |= (unsigned char)buffer[1] << 8; // 将次低字节放在次低位
    value |= (unsigned char)buffer[2] << 16; // 将次高字节放在次高位
    value |= (unsigned char)buffer[3] << 24; // 将高字节放在高位
    return value;
}
```

- 2. 图像的各个像素大小为2字节转换的函数就只是用buffer读两个字节

### 2. 读取模块

- 1. 基本思路使用file.read(buffer, 4)
- 2. 读取开头8个字节的图像长宽，并调用之前的内容进行转换

#### 1. 代码

```
if (file.read(buffer, 4)) { // 如果成功读取4个字节
    width = convert_to_long(buffer); // 将4个字节转换为文件的宽度
}
```

3. 按照读入的长宽按照行大小读取一行的内容每次读取两个字节并进行类型转换。将一行的数据存入二维数组中

1. 代码

```
for (int i = 0; i < height; i++) { // 对于每一行
    vector<unsigned short> row; // 用来存储一行数据的向量
    for (int j = 0; j < width; j++) { // 对于每一列
        if (file.read(buffer, 2)) { // 如果成功读取两个字节
            unsigned short value = convert_to_short(buffer); // 将两个
            字节转换为一个无符号短整型
            row.push_back(value); // 将值添加到一行数据的向量中
        }
    }
    data.push_back(row); // 将一行数据的向量添加到二维向量中
}
```

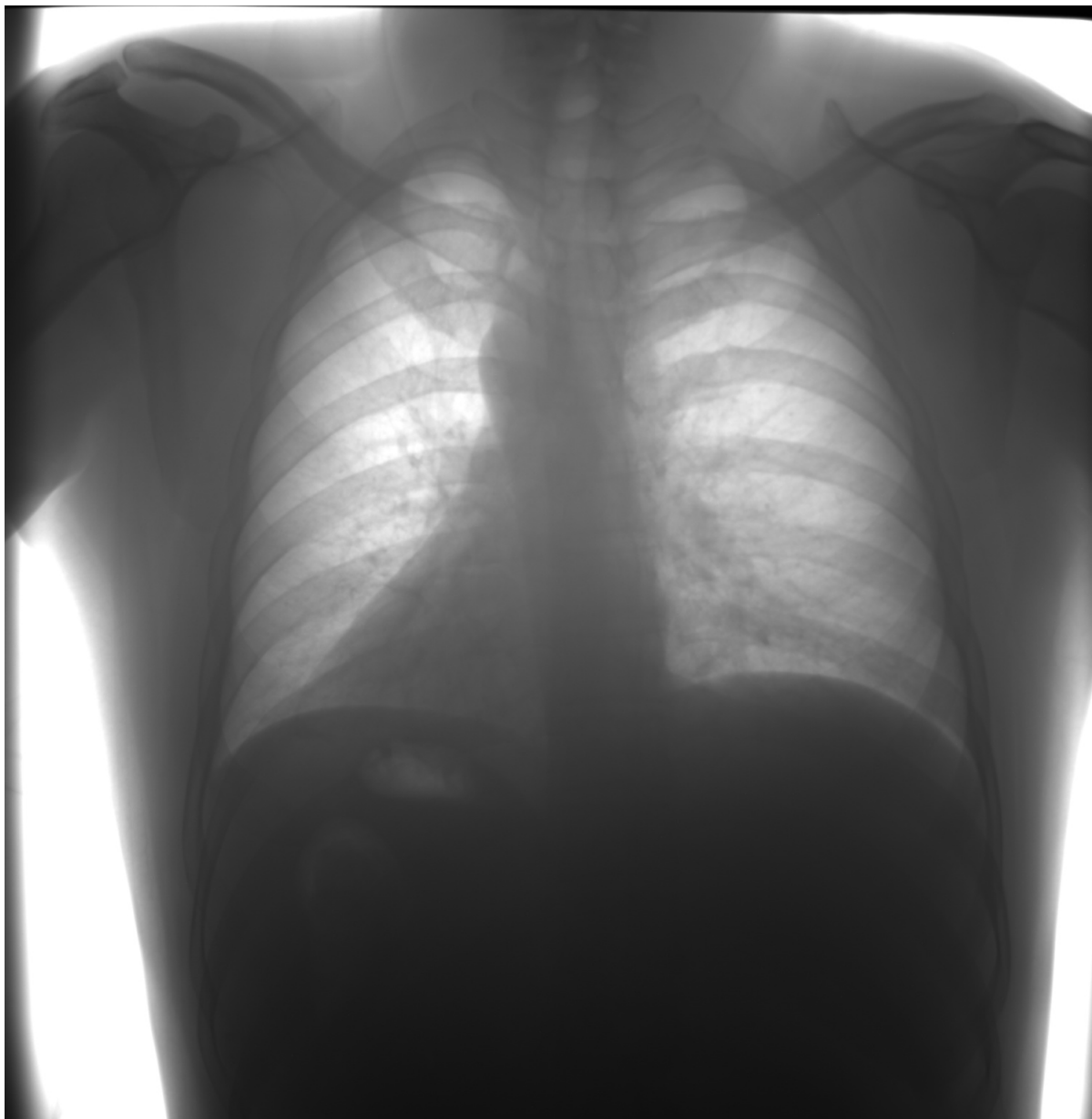
3. 转换模块

1. 由于raw文件的内容是[0-4095]不是图像像素[0-255],所以在生成图像的时候要进行映射。

2. 代码

```
for (int i = 0; i < height; i++) { // 对于每一行
    for (int j = 0; j < width; j++) { // 对于每一列
        unsigned short value = data[i][j]; // 获取数据的值
        value = value * 255 / 4095; // 将数据的值从0-4095转换为0-255
        image.at<uchar>(i, j) = value; // 将值赋给Mat对象的对应位置
    }
}
```

#### 4. 图像展示



#### 2. 图像增强

##### 1. Nonlocal Mean

##### 1. 方法

1. 对于每一个像素点，找出图像中与它的邻域块（一个小的矩形区域）最相似的其他邻域块，然后用这些相似邻域块的像素值的加权平均来估计该像素点的去噪值。权重是根据邻域块之间的相似度计算的，相似度越高，权重越大。相似度可以用均方误差。

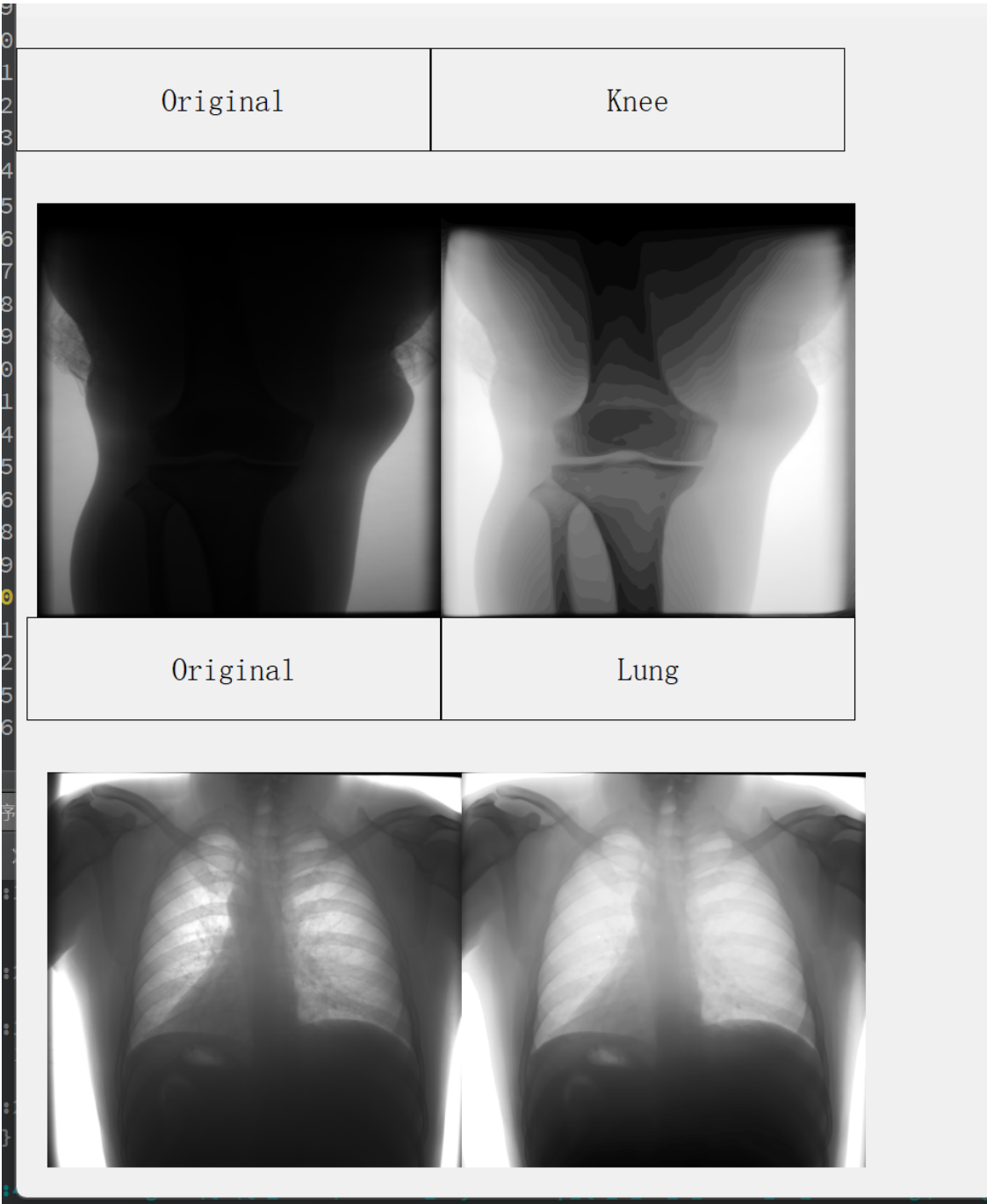
##### 2. 优点

1. 去除噪声的同时保持图像的细节和纹理特征，不会产生模糊或失真的效果。

##### 3. 步骤

1. 在搜索窗口内，找出所有与邻域块相似的其他邻域块，计算它们与邻域块之间的相似度，相似度可以用均方误差（MSE）或其他指标来衡量。
2. 根据相似度，给每个邻域块赋予一个权重，权重可以用高斯函数来计算，相似度越高，权重越大。

4. 结果展示



5. 不足

- 1. 使用NL\_Mean只能静态的调节参数，每一次通过设置函数的参数来调节图像的成像效果
- 2. NL\_Mean 方法计算量大，耗时长。需要开编译器优化

```
#pragma GCC optimize(2)
#pragma GCC optimize(3,"Ofast","inline")
```

2. 伽马校正

- 1. 图像的亮度或色调进行非线性调整的方法，目的是使图像的显示效果更符合人眼的感知
- 2. 伽马校正的原理
  - 1. 是根据一个幂函数公式，对图像的每个像素值进行变换，从而改变图像的整体亮度或对比度

2. 伽马校正的应用场景有很多，例如提高低光照图像的可见性，校正不同显示设备之间的色彩差异，增强图像的细节等。

### 3. 伽马校正公式

1.  $V_{out} = AV_{in}^{\gamma}$  A是一个常数， $\gamma$ 是伽马值，决定了校正的程度。伽马值小于1时，称为伽马编码，可以使图像变亮；伽马值大于1时，称为伽马解码，可以使图像变暗。

### 3. 优点

1. 改善视觉效果：伽马校正可以使图像在显示器或其他输出设备上的显示效果更接近人眼在现实环境中的感知，从而提高图像的视觉效果。
2. 增强细节：通过调整暗部和亮部的对比度，伽马校正能够增强图像中的细节，特别是在暗部区域。
3. 色彩校正：对于彩色图像，伽马校正有助于更准确地呈现色彩，因为它影响到图像的亮度和对比度。

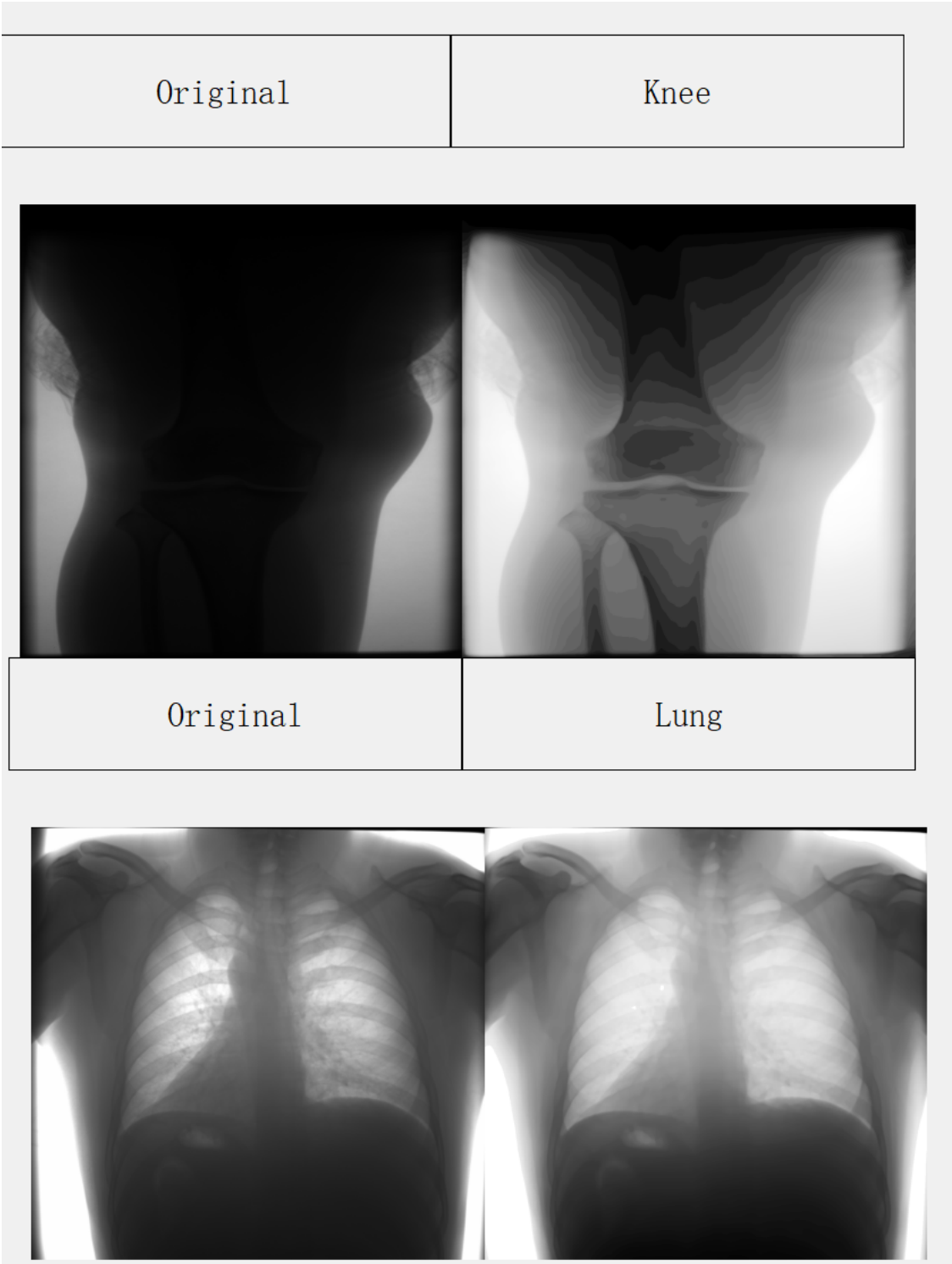
### 4. 代码

```
cv::Mat gammaCorrection(const cv::Mat& inputImage, float gamma)
{
    cv::Mat outputImage = inputImage.clone();
    unsigned char lut[256];

    // 创建查找表
    for (int i = 0; i < 256; ++i) {
        lut[i] = cv::saturate_cast<uchar>(pow(i / 255.0, gamma) *
        255.0);
    }

    // 应用伽马校正
    for (int i = 0; i < outputImage.rows; ++i) {
        for (int j = 0; j < outputImage.cols; ++j) {
            outputImage.at<uchar>(i, j) = lut[inputImage.at<uchar>(i,
            j)];
        }
    }
    return outputImage;
}
```

5. 结果展示



3. 思考

- 1. 不足之处不当的伽马值设置可能导致某些区域过度增强，失去细节或产生不自然效果。可能会导致色彩失真，尤其是在极暗或极亮区域。
- 2. NL\_Means 和 伽马校正的结合可以有效增强图像质量，但需注意参数设置和处理速度的平衡，以及潜在的色彩失真或过度增强问题。
- 3. 能够在降低噪声的同时，较好地保留图像的边缘和纹理细节。适用于不同类型的噪声，并在多种噪声环境下表现良好。在去除图像噪声方面表现出色，尤其是在保持图像细节和结构方面优于传统方法。

对于医学图像处理的基本方法

## 1. 对比度增强

- **直方图均衡化**：通过调整图像的直方图来改善整体对比度。
- **自适应直方图均衡化**（例如CLAHE）：局部区域的直方图均衡化，避免过度增强。

## 2. 边缘增强

- **锐化滤波器**：增强图像中的高频信息来突出边缘和细节。
- **非锐化掩模**：增强图像边缘，使细节更清晰。

## 3. 噪声去除

- **高斯滤波**：平滑图像和减少噪声，但可能模糊细节。
- **中值滤波**：有效去除椒盐噪声，同时保持边缘。
- **非局部均值去噪**（NL\_Means）：在保留细节的同时有效去除噪声。

## 4. 多尺度变换

- **小波变换**：分离图像的不同尺度特征，独立处理以增强特定细节。

## 5. 伽马校正

- 调整图像的亮度，改善暗区域的可视性。

## 6. 形态学操作

- 如腐蚀和膨胀，用于改善图像结构的表示，特别适用于细胞成像和组织结构分析。