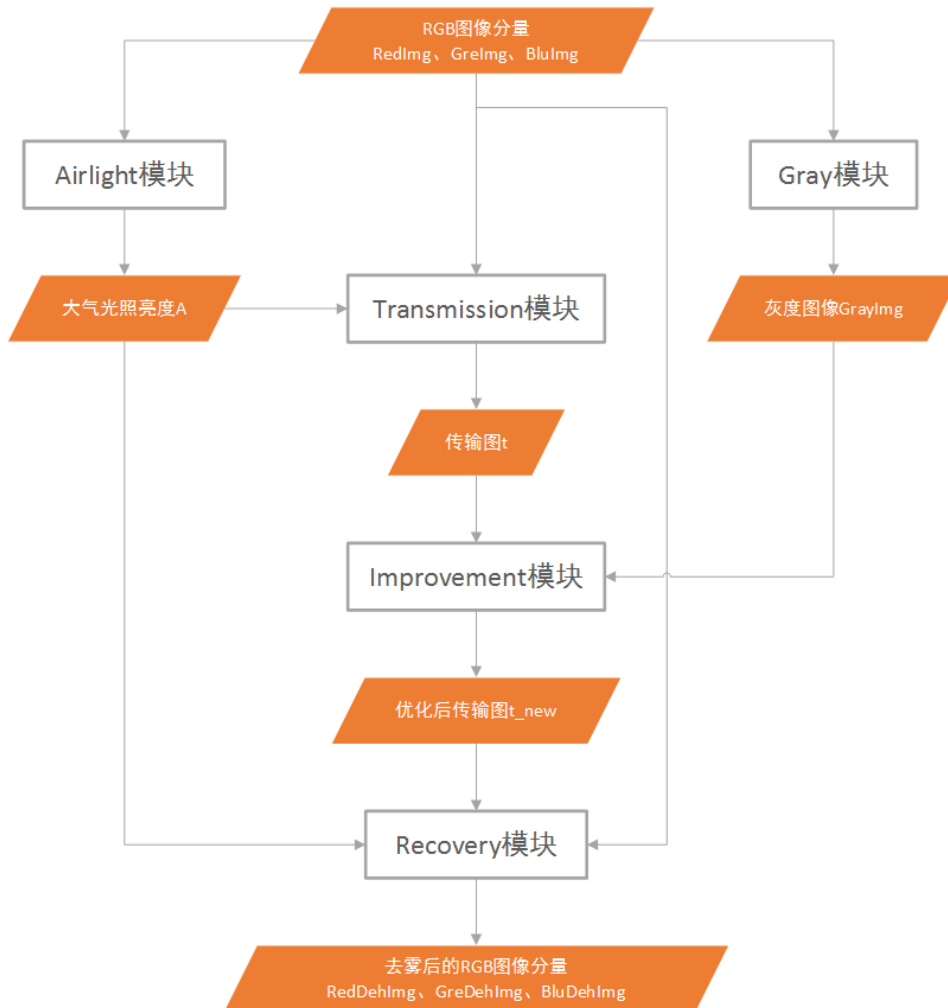


图像去雾软件算法及模块设计

一、 顶层模块框图介绍



Airlight 模块：主要负责估计一幅 RGB 图像的大气光照亮度 A 的值。

Gray 模块：负责将原始的 RGB 图像转化为对应的灰度图像。

Transmission 模块：主要负责估计透射率 $t(x)$ 的值。

Improvement 模块：主要负责对由 Transmission 模块得到的传输图 t 进行修正和优化。

Recovery 模块：分别计算 R、G、B 通道的去雾结果，从而得到最终的去雾图像。

二、 Airlight 模块

1. 功能概述

一幅有雾图像通常由自然场景和大气光照亮度共同形成，通常大气光照亮度比自然场景更亮，像素值更高。Airlight 模块主要负责估计一幅 RGB 图像的大气光照亮度的值。

它将有雾图像分割成大小相近的四幅图像，分别计算每一幅图像中所有像素值的平均值和标准差。并取平均值和标准差之差最大的图像继续进行四分，重复上述过程，直到图像的长和宽均小于某一固定值。然后取该图像中像素值最接近 (255,255,255) 的点作为大气光照亮度 A。



2. 数据流

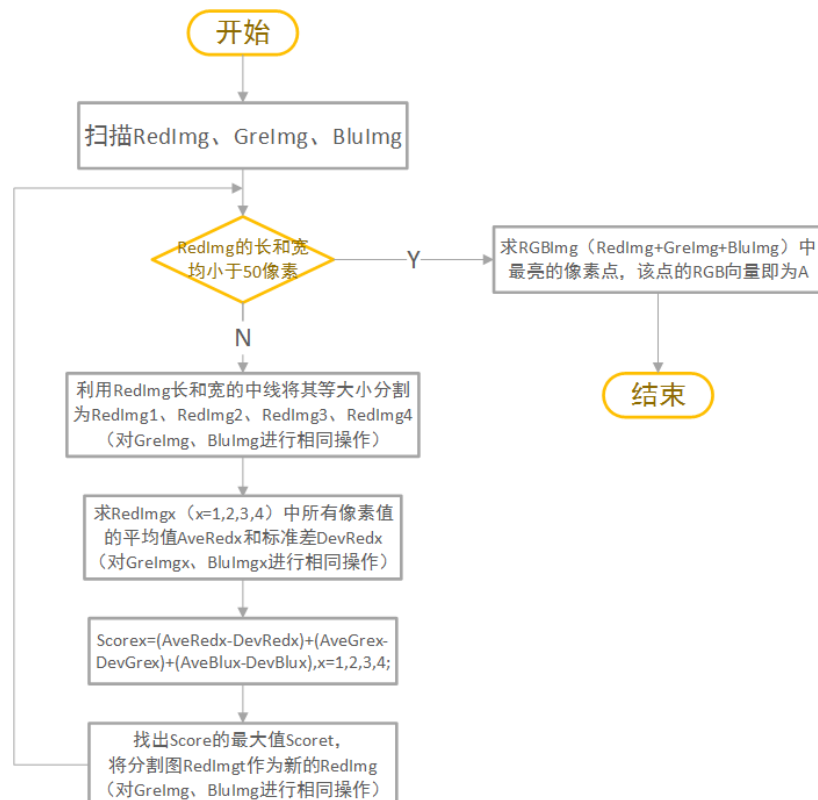
输入数据：

- 1) 3 个大小为 1600*900 的矩阵，分别表示 RGB 图像的“R 通道图” RedImg，“G 通道图” GreImg 和“B 通道图” BluImg。

输出数据：

- 1) 1 个大小为 3*1 的向量，表示该 RGB 图像的大气光照亮度 A。

3. 流程图



三、 Gray 模块

1. 功能概述

Improvement 模块对由 Transmission 模块得到的传输图 t 进行修正和优化时，输入引导型滤波器 `guidedfilter` 的引导图像是 RGB 图像经转化得到的灰度图像。**Gray 模块**的作用是根据公式 $Gray=0.299*Red+0.587*Gre+0.114*Blu$ 将输入的 RGB 图像转化为对应的灰度图像。

2. 数据流

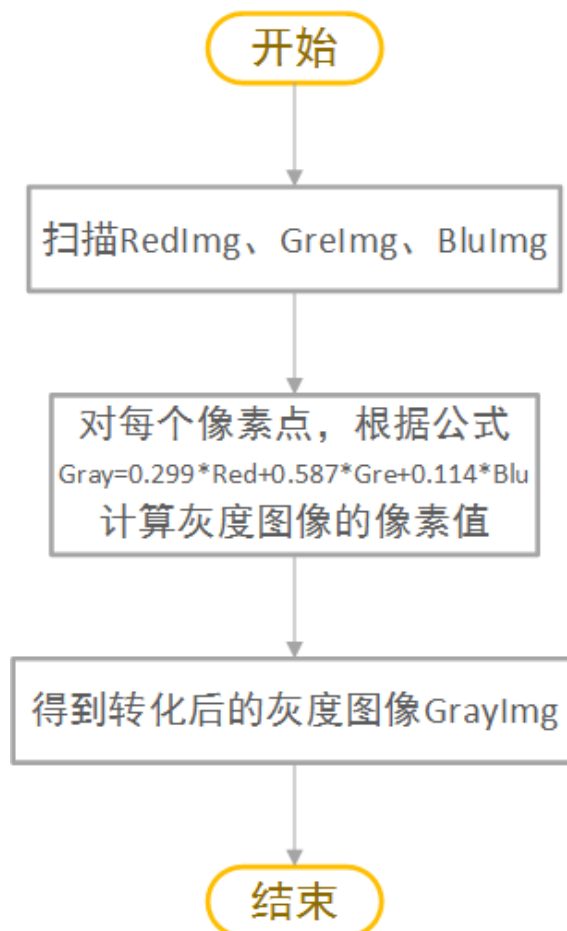
输入数据：

- 1) 3 个大小为 1600*900 的矩阵，分别表示 RGB 图像的“R 通道图” `RedImg`，“G 通道图” `GreImg` 和“B 通道图” `BluImg`。

输出数据：

- 1) 1 个大小为 1600*900 的矩阵，表示 RGB 图像经过转化得到的灰度图像 `GrayImg`。

3. 流程图



四、 Transmission 模块

1. 功能概述

在使用公式 $J(x) = (I(x) - A) / t(x) + A$ 获得去雾后的图像时, 其中透射率 $t(x)$ 是一个位于 $(0,1)$ 区间之内的小数。若 $t(x)$ 选取过小, 接近于 0, 则图像对比度很高, 但是去雾运算后的信息损失量增大, 去雾后的图像色彩饱和和畸变现象更明显; 若 $t(x)$ 选取过大, 接近于 1, 信息损失量大大减少, 但是去雾效果不佳, 没有达到图像去雾的目的。因此在选取透射率 $t(x)$ 的过程中, 需要同时考虑提高图像对比度, 以及减少色彩畸变和过饱和这两个方面。

因此引入代价函数 E_{cost} 的概念, 代价函数 E_{cost} 由图像对比度 $E_{contrast}$ 和信息损失量 E_{loss} 两部分组成。由于 $E_{contrast}$ 是关于 $t(x)$ 的增函数, E_{loss} 是关于 $t(x)$ 的减函数, 因此需要在区间 $[0,1]$ 内寻找一个合适的 $t(x)$, 使得 E_{cost} 能够取得最小值。

$$E_{cost} = E_{contrast} + \lambda E_{loss}$$
$$E_{contrast} = - \sum_{c \in \{r,g,b\}} \sum_{p \in B} \frac{(J_c(p) - \bar{J}_c)^2}{N_B}$$
$$E_{loss} = \sum_{c \in \{r,g,b\}} \sum_{p \in B} \{(\min\{0, J_c(p)\})^2 + (\max\{0, J_c(p) - 255\})^2\}$$

Transmission 模块主要负责估计透射率 $t(x)$ 的值。它接收 Airlight 模块所估计的大气光照亮度 A , 按照区块方式扫描待一幅有雾的 RGB 图像。假设每一个图像区块内所有像素点的透射率值都相等, 通过使 R、G、B 通道的代价函数之和取得最小值, 为每一个图像区块估计合适的透射率 $t(x)$ 。

2. 数据流

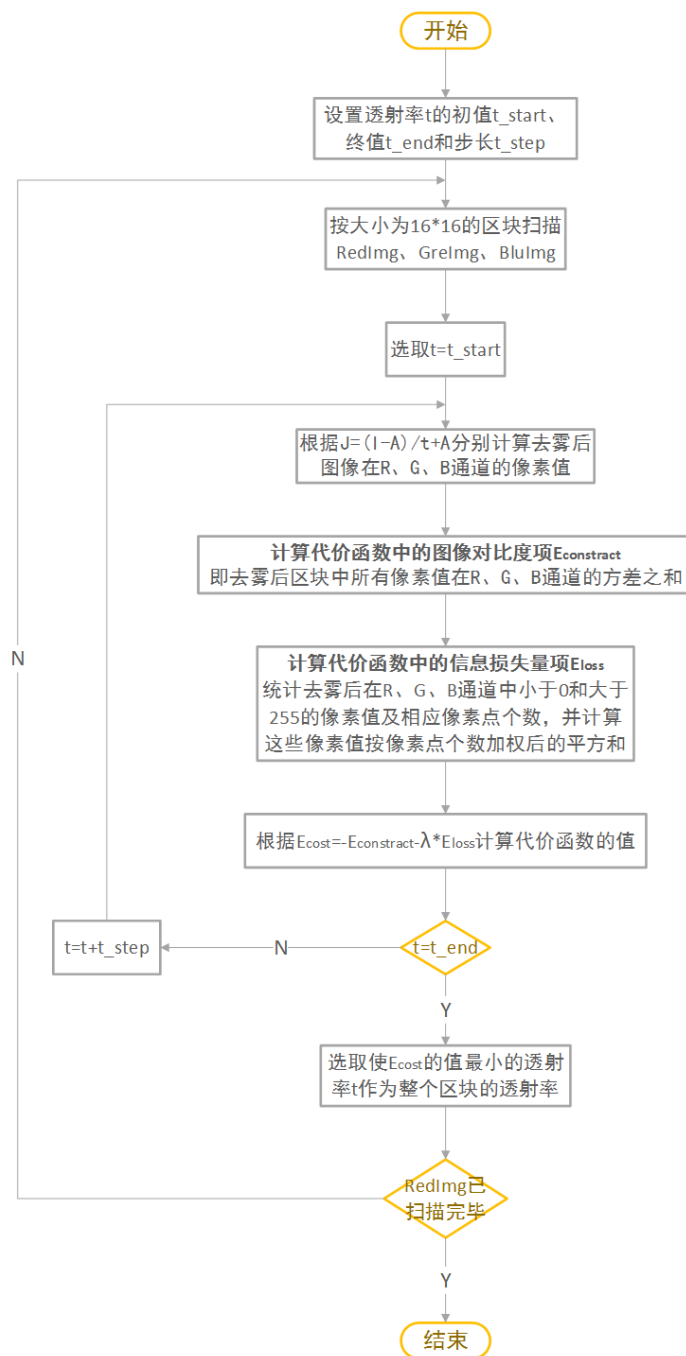
输入数据：

- 1) 3 个大小为 1600×900 的矩阵, 分别表示 RGB 图像的“R 通道图” RedImg, “G 通道图” GreImg 和“B 通道图” Blulmg;
- 2) 1 个大小为 3×1 的向量, 表示该 RGB 图像的大气光照亮度 A 。

输出数据：

- 1) 1 个大小为 1600×900 的矩阵, 表示 RGB 图像的传输图 t 。

3. 流程图



五、 Improvement 模块

1. 功能概述

由于在 Transmission 模块中, 假设在一个图像区块内所有像素点的透射率值都相等。如果直接使用 Transmission 模块的输出作为传输图 t 进行去雾计算, 最终得到的去雾图像将会

出现很严重的光晕效应。

Improvement 模块主要负责对由 Transmission 模块得到的传输图 t 进行修正和优化, 考虑有雾图像中的边界信息, 避免去雾图像出现光晕效应。算法中采用引导型滤波器 guidedfilter。

2. 数据流

输入数据：

- 1) 1 个大小为 1600×900 的矩阵, 表示 RGB 图像的传输图 t 。
- 2) 1 个大小为 1600×900 的矩阵, 表示 RGB 图像经过转化得到的灰度图像 $GrayImg$ 。

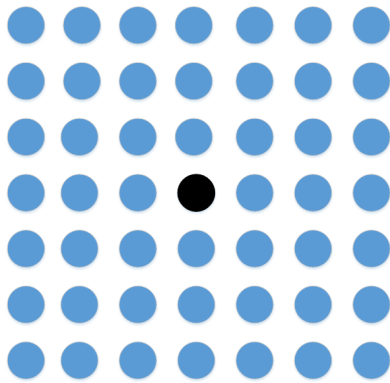
输入数据：

- 1) 1 个大小为 1600×900 的矩阵, 表示 RGB 图像经过修正和优化后的传输图 t_{new} 。

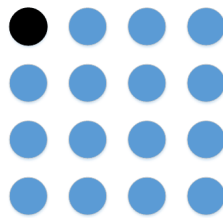
3. 流程图



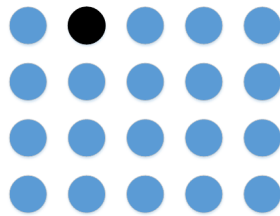
4. 滤波窗口示意图



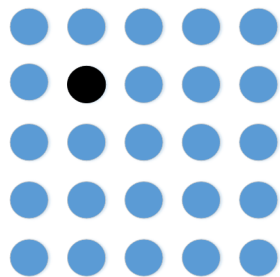
$r=3$, 未超出传输图边界, $N=49$



$r=3$, 对像素点(0,0), $N=16$



$r=3$, 对像素点(0,1), $N=20$



$r=3$, 对像素点(1,1), $N=25$

六、 Recovery 模块

1. 功能概述

由于 Airlight 模块已经估计出了合适的大气光照亮度 A ，以及 Improvement 模块已经对 Transmission 模块产生的传输图 t 进行了修正和优化，Recovery 模块可以利用公式 $J(x)=(I(x)-A)/t(x)+A$ 分别计算 R、G、B 通道的去雾结果，从而得到最终的去雾图像。

2. 数据流

输入数据：

- 1) 3 个大小为 1600×900 的矩阵，分别表示 RGB 图像的“R 通道图” RedImg，“G 通道图” GreImg 和“B 通道图” BluImg；
- 2) 1 个大小为 1600×900 的矩阵，表示 RGB 图像经过修正和优化后的传输图 t_{new} ；
- 3) 1 个大小为 3×1 的向量，表示该 RGB 图像的大气光照亮度 A 。

输出数据：

- 1) 3 个大小为 1600×900 的矩阵，分别表示 RGB 图像经过去雾后的“R 通道图” RedDehImg，“G 通道图” GreDehImg 和“B 通道图” BluDehImg。

3. 流程图

