

基于 ERDAS二次开发的遥感图像同态滤波薄云去除算法的改进^{*}

谢华美 何启翱 郑 宁 别荣芳

(北京师范大学计算机科学与技术系, 100875, 北京)

摘要 遥感图像中,云覆盖是最常见的噪声之一.针对薄云处于低频的特点,近年来通常使用同态滤波进行去云处理,然而同态滤波对所选中的整个区域进行处理,不仅处理了有云的区域,同时也影响无云的区域,特别是边界区域受到很大的影响.本文在分析同态滤波的特点后,在运用 C语言对 ERDAS进行二次开发时,对同态滤波去云算法进行改进,既实现同态滤波对云层的处理效果,又保持无云背景地区的信息不受任何影响.

关键词 同态滤波;去云;ERDAS;遥感图像

分类号 TP 751

遥感图像受气候的影响很大,特别是受云层的遮挡,使得图像的利用率降低.为去除遥感图像中的薄云,不少研究者已经提出了许多有效的方法:基于多光谱图像的去云,基于多幅图像的去云,基于数据融合的去云^[1],多源遥感影像的去云处理^[2],等等,但是,这些方法都需要有其他同区域同来源的无云图像作为参考.在实际中,取得同区域同来源的无云参考图像并不容易,有时必须对单幅图像进行处理.同态滤波正是一种针对无参考的遥感图像进行去云处理的好方法,但是该方法也有一些缺陷.

本文采纳 ERDAS作为开发平台,利用其功能强大的遥感图像处理能力,采用 C语言进行二次开发,增强了遥感图像的薄云去除能力,达到一个更加满意的去云效果.

1 同态滤波去云算法原理

云层是一个变化缓慢的区域,在图像中处于低频部分,遥感卫星传感器所接收到的有云的图像,可以表示为地物的照射分量和云层的反射分量的乘积^[3-4].简化为

$$f(x, y) = f_i(x, y) \cdot f_r(x, y). \quad (1)$$

对式(1)两边取对数,则有

$$\ln f(x, y) = \ln f_i(x, y) + \ln f_r(x, y). \quad (2)$$

式(2)表明影像亮度值的对数等于照射分量和反射分量的对数和,是一个低频成分的函数与一个高频成分的函数的叠加,因此,我们可以通过傅里叶变换将它们转换到频域,即

$$F\{\ln f(x, y)\} = F\{\ln f_i(x, y)\} + F\{\ln f_r(x, y)\}, \quad (3)$$

或记为

$$Z(u, v) = I(u, v) + R(u, v). \quad (4)$$

然后用高通滤波的方法,提取高频成分,抑止低频成分,即

$$S(u, v) = H(u, v) Z(u, v) = H(u, v) I(u, v) + H(u, v) R(u, v). \quad (5)$$

再进行傅里叶逆变换从频域回到空域:

$$S(x, y) = F^{-1}\{S(u, v)\} = F^{-1}\{H(u, v) I(u, v)\} + F^{-1}\{H(u, v) R(u, v)\}. \quad (6)$$

最后将结果作指数变换:

$$g(x, y) = \exp\{S(x, y)\} = \exp\{\ln f_i(x, y)\} + \exp\{\ln f_r(x, y)\} = f_i(x, y) * f_r(x, y). \quad (7)$$

我们选用了巴特沃思滤波器,具体形式为

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + k[D(u, v)/D_0]^2}, \quad (8)$$

其中, D_0 为截止频率, k 的取值是当 $D(u, v) = D_0$ 时, $H(u, v) = \sqrt{2}/2$, 即 $k = 0.414$.

2 ERDAS二次开发

ERDAS MAGNE是美国 ERDAS公司开发的遥感图像处理系统,它拥有先进的图像处理技术,友好、灵活的用户界面和操作方式,吸引了广泛的用户.该软件

^{*} 国家自然科学基金(青年)基金资助项目(10001006)

收稿日期: 2004-11-03

由 C 语言编写, 并可用 C++ 进行编译, 用户可以根据需要进行二次开发, ERDAS 提供 ERDAS Macro Language (EML) 语言, 用户可以根据需要定制不同的界面, 用于输入参数和用户交互, 同时它还提供联机帮助手册, 方便用户在二次开发的过程中, 熟悉内部函数的调用方法。

根据同态滤波的原理, 我们设置薄云去除的模型, 如图 1 所示。

引用同态滤波算法, 针对不同的图像, 云层的大小

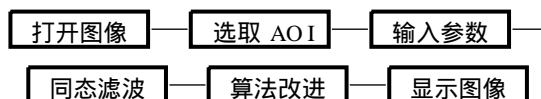


图 1 薄云去除的模型

和厚度不一致, 需要修改 2 个主要的参数: 巴特沃斯滤波器幂次和截止频率, 以达到更好的去云效果。为便于输入参数, 设置一个对话框, 可以在 script 目录下新建一个 mydecubud eml 文件, 这个文件就可以在程序内部以如下方式实现以上功能:

```

MyStruc-> result = eeml_ParseVa(ELEX_FLE, ". /scripts/mydecubude eml",
MyStruc-> theRoot-> rootPart, &lcLerr, EEML_PARSE_OPTION_APP_CONTEXT, (EmSc_Opaque *)MyStruc,
NULL);
if(lcLerr){
    eeml_QueryYesNo(MyStruc-> theRoot, "主界面文件出错,无法打开主界面",NULL, "yes", &lcLerr);
}
EERR_CHECK(lcLerr, EFS0("主界面文件出错,无法打开主界面"));
MyStruc-> frame = eeml_FindPart(MyStruc-> result, "cLoud", &lcLerr);
EERR_CHECK(lcLerr, EFS0("Unable to find the frame 'cLoud' in mydecubude eml"));
MyStruc-> param1 = eeml_FindPart(MyStruc-> result, "cLoud: param1", &lcLerr);
MyStruc-> param2 = eeml_FindPart(MyStruc-> result, "cLoud: param2", &lcLerr);
MyStruc-> okbut = eeml_FindPart(MyStruc-> result, "cLoud: okbut", &lcLerr);
MyStruc-> cancelbut = eeml_FindPart(MyStruc-> result, "cLoud: cancelbut", &lcLerr);
eeml_AddCallback(MyStruc-> okbut, (int (*)(struct _eui_BasePart *, void *))OkbutCallback, (EmSc_Opaque *)
MyStruc, "mousedown", &lcLerr);
eeml_AddCallback(MyStruc-> cancelbut, (int (*)(struct _eui_BasePart *, void *))SubCancelbutCallback, (EmSc_
Opaque *)MyStruc, "mousedown", &lcLerr);
然后在函数 OkbutCallback()内部读出这 2 个参数的值:
m_coefficient = (int) eeml_GetNumberPartValue(MyStruc-> param1);
m_frequency = eeml_GetNumberPartValue(MyStruc-> param2);
  
```

3 算法的改进

理想的去云算法是, 仅对有云的区域进行处理, 而对无云的区域保持灰度值不变, 达到去云效果的同时, 保持无云区域的低频成分。但在采用同态滤波算法的实验中, 无论是截取一个感兴趣区域, 还是对整幅图像进行处理, 在滤去图像低频成分的同时, 也会损失一部分图像的高频部分, 主要的 2 个缺陷: 一是损失图像无云区域的低频部分, 二是破坏了图像的边缘信息。

为了弥补第 1 个缺陷, 常用的方法是首先进行云层识别, 可以应用数学形态学来确认有云的区域^[5], 然后用一个与图像同等大小的二值矩阵来标识云层, 其中 0 表示无云区域, 1 表示有云区域, 然后对原图像有云的区域进行处理, 与前面的二值矩阵相与, 恢复到原图像中去, 但是这种方法仍然不能准确识别有云区域。

同时云的区域往往是一个不规则的图形, 在使用同态滤波算法的时候, 要取一个恰好包括整个云层的矩形区域来进行计算, 那么一幅图像就需要被分割成了许多小矩形进行处理, 同态滤波算法本身对边界的处理效果就不是很好, 这样处理很复杂, 不容易达到理想的效果。

为了弥补第 2 个缺陷, 可以对源图像向四周延拓, 用一个更大的矩形来包含整个图像, 然后进行去云处理, 最后对获得的结果图像截取源图像所对应的区域, 在试验中, 采用了边界重复延拓、周期延拓、对称延拓和零值填补的方法^[6], 虽然这些方法能较好地保留源图像的边界信息, 但仍然不是很好的边界处理方法, 因此有必要采用一种新的方法, 使图像的边界信息不予损失。

为了同时弥补以上 2 个缺陷, 我们分析同态滤波

处理前后结果,如表 1 所示,有云区域和无云区域的灰度值发生变化:对有云的区域,经过处理以后,灰度值减小;而那些无云的区域,经过处理以后,灰度值变大.比较表 1 中处理结果图像和原图像的灰度值,在灰度值变小的区域,就是有云的区域,在灰度值变大的区域,就是无云的区域.

基于以上分析,我们可做如下处理:在有云的区域取处理后的值,即取较小的灰度值,达到了去云效果;在无云区域保留原来的值,也是取较小的灰度值,达到了保留无云区域的背景信息,从而实现了去除薄云的目的,又保留了无云区域的原有信息.

设原始的有云遥感图像是 X ,经过同态滤波去云算法处理后得到的遥感图像是 Y ,我们可以假设理想的去

云图像是 Z ,则 Z 应该用如下公式表示:







$$Z_{ij} = \begin{cases} X_{ij}, & X_{ij} < Y_{ij}, \text{表示无云区域;} \\ Y_{ij}, & X_{ij} > Y_{ij}, \text{表示有云区域.} \end{cases} \quad (9)$$

4 实验结果及讨论

在实验中,采用的第 1 幅遥感图像是 1 幅 577×779 大小的单波段图,第 2 幅遥感图像是一幅 512×512 大小的单波段图,进行同态滤波去云算法前后的数据比较如表 1 所示.

由实验结果可知,同态滤波去云算法,在改进以前,边界处理的效果不明显,且对无云区域低频部分也受到影响;改进后,不仅保持了无云区域的低频成分,也对有云区域达到了很好的效果.

表 1 原始图像及去云算法改进前后的实验结果

处理情况	结 果	
	实验 1	实验 2
去云源图像		
去云算法改进前结果图像		
去云算法改进后结果图像		

5 结论

由于在遥感图像中,薄云主要分布在频域平面的低频部分,这些云的存在,使得图像的动态范围缩小,细节部分被遮盖,从而降低了图像的清晰程度.普通的同态滤波方法虽然提高了图像的对比度,增加了图像的清晰程度,同时去除有薄云遮挡图像的低频成分,真正去除了薄云的覆盖.但是在实践过程中发现,这种方法不仅对有云区域进行了处理,也影响了无云区域的高频成分,特别是破坏了图像的边缘信息.正是基于这种思想,在应用 C 语言,对 ERDAS 进行二次开发时,采纳同态滤波薄云去除的改进算法,既实现了同态滤波对云层的处理效果,又保持了无云区域的细节信息.试验结果也很好证明了方法的可行性.

中国科学院遥感研究所图像实验室郑柯副研究

员、唐聘研究员、王文杰硕士、崔琳丽博士对本研究工作给予了帮助,特此感谢.

6 参考文献

- [1] 樊厚春. 遥感图像薄云去除研究 [D]. 北京:中国科学院, 2004: 4~5
- [2] 王惠,谭兵,沈志云. 多源遥感影像的去云层处理 [J]. 测绘学院学报, 2001(9): 195
- [3] 赵忠明,朱重光. 遥感图像中薄云的去除方法 [J]. 环境遥感, 1996(8): 195
- [4] 赖格英,刘春燕,辜晓青. 基于 ERDAS MAGNE 的遥感图像去云方法 [C]. 富融公司用户大会论文集. 2000: 2
- [5] 宋平,刘正光. 数学形态学在卫星云图的处理中的应用 [J]. 微机发展, 1999(4): 40
- [6] 徐伟业,虞相宾. 小波图像边界处理方法的研究 [J]. 计算机应用与软件, 2003(3): 35

THE IMPROVED HOMOMORPHIC FILTER ALGORITHM FOR REMOVING CLOUD OF REMOTE SENSING IMAGE BASED ON THE SECOND EXPLOITURE OF ERDAS TOOL

Xie Huamei He Qiao Zheng Ning Bie Rongfang

(Department of Computer Science, Beijing Normal University, 100875, Beijing, China)

Abstract Cloud cover is one of the most visible noises in remote sensing image. Base on the characteristic that thin cloud is in low frequency, it can be removed by the homomorphic filter algorithm. This method can process all the selected areas, both the areas with cloud and without. Especially it influences the margin of the image. Based on this characteristic of homomorphic filter algorithm, when using the C program language to develop the ERDAS tool, the algorithm is improved and the goal of removing the cloud and keeping the effect of the region without cloud is achieved.

Key words homomorphic filter; remove cloud; ERDAS tool; remote sensing image