

实用劈窗算法的改进及大气水汽含量对精度影响评价

毛克彪^{1,2,3} 唐华俊¹ 周清波¹ 马柱国²

(1 呼伦贝尔草原生态系统国家野外科学观测研究站/农业部资源遥感与数字农业重点开放实验室/
中国农业科学院农业资源与农业区划研究所,北京市海淀区中关村南大街 12 号, 100081)
(2 中国科学院东亚区域气候-环境重点实验室,北京市朝阳区德胜门外祁家豁子, 100029)
(3 中国科学院研究生院,北京市石景山区玉泉路甲 19 号, 100049)

摘要:对劈窗算法进行了改进,提高了算法的精度和实用性。对影响大气透过率的大气水汽含量进行了敏感性分析。模拟数据结果表明,劈窗算法对大气水汽含量不敏感,当大气水汽含量误差在-80%~80%变化时,反演的平均精度仍能在 1℃以下。对实际 MODIS 影像进行反演的结果与大气模拟数据分析的结论基本一致,这说明适当地利用大气水汽含量的先验知识可以提高劈窗算法反演地表温度的精度。
关键词:地表温度;透过率;MODIS;劈窗算法
中图法分类号:P237.5

许多劈窗算法主要是利用相邻热红外波段对水汽的敏感性不一样来校正大气的影响^[1-8]。这些算法的形式基本上是相同的,主要差别在于关键参数的获取及计算。虽然大多数的算法精度都很高,但它们仍然需要做一些假定和利用发射率和大气状态(特别是大气水汽含量)作为已知的先验知识。毛克彪等针对 MODIS 的波段特点提出了一个比较实用的劈窗算法^[7],该算法最主要的优点是对 Planck 函数提出了一个线性近似方法,其中最重要的是大气透过率的确定。本文针对 Planck 函数的简化和大气透过率与大气水汽含量的关系进行了分段模拟,从而提高了算法的精度和实用性。为进一步验证大气模拟校正结论的可靠性,对 MODIS 影像进行了实际反演和分析。

1 实用劈窗算法的改进

劈窗算法的方程描述具体见文献[8]。分析表明,在 0~50℃的边缘处,其近似精度下降。为了提高算法的反演精度和适用范围,本文对 Planck 函数在-40℃~60℃范围内分成 5 个区

间,分别近似简化如表 1 所示,表中, B_i (i 表示 31 和 32 波段)表示辐射亮度。甚至可以将温度范围分成更多的区间,并建立查找表,从而可以使得近似误差接近于 0。

表 1 Planck 函数分段简化查找表			
Tab. 1 Look-Up Table of Planck Function in Different Temperature Range			
温度/℃	Planck 函数线性简化		相关系数(R^2)
-40~-20	$B_{31}=0.075\ 53\ T_{31}-14.908\ 98$		0.998 4
	$B_{32}=0.070\ 52\ T_{32}-13.643\ 48$		0.998 8
-20~0	$B_{31}=0.098\ 73\ T_{31}-20.784\ 84$		0.995 7
	$B_{32}=0.089\ 15\ T_{32}-18.358\ 76$		0.996 1
0~20	$B_{31}=0.121\ 01\ T_{31}-26.875\ 88$		0.999 4
	$B_{32}=0.106\ 45\ T_{32}-23.088\ 35$		0.999 5
20~40	$B_{31}=0.144\ 13\ T_{31}-33.650\ 68$		0.999 6
	$B_{32}=0.123\ 92\ T_{32}-28.206\ 64$		0.999 7
40~60	$B_{31}=0.166\ 98\ T_{31}-40.801\ 87$		0.999 7
	$B_{32}=0.141\ 18\ T_{32}-33.613\ 12$		0.999 8

本算法是利用 MODIS 的近红外波段反演大气水汽含量(w),并通过大气水汽含量和热红外波段 31 和 32 的关系式计算得到关键参数透过率。第 31 波段有:

4 结 语

本文利用大气模拟校正法对笔者提出的针对 MODIS 的劈窗算法进行了精度评价,结果表明,在参数没有误差的情况下,算法的反演精度是 0.46 ℃。并对影响关键参数的大气水汽含量进行了敏感性分析,结果表明,笔者提出的劈窗算法即使在大气水汽反演的精度不能保证的情况下,也能获得比较高的地表温度反演精度。实际 MODIS 影像进行的反演计算和分析结果表明该结论是可靠的。

致谢:感谢美国加州圣巴巴拉分校的施建成教授、万正明教授、中科院地理所的李召良研究员、NASA MODIS 研究小组的 Vincent Chiang 成员等对本文研究提供的指导和帮助。

参 考 文 献

[1] Price J C. Land Surface Temperature Measurements from the Split-Window Channels of the NOAA-7 AVHRR[J]. J Geophys Res, 1984, 79:5 039-5 044

[2] Becker F, Li Zhilin. Towards a Local Split Window Method over Land Surface[J]. International Journal of Remote Sensing, 1990, 11: 369-393

[3] Sobrino J A, Li Zhilin, Stoll M P, et al. Improvements in the Split Window Technique for Land Surface Temperature Determination[J]. IEEE Trans on

Geosci Remote Sensing, 1994, 32:243-253

[4] Coll C, Caselles V, Sobrino A, et al. On the Atmospheric Dependence of the Split-Window Equation for Land Surface Temperature[J]. Int J Remote Sens Environ, 1994, 27:105-122

[5] Kerr Y H, Lagouarde J P, Imbernon J. Accurate Land Surface Temperature Retrieval from AVHRR Data with Use of an Improved Split Window Algorithm[J]. Remote Sens Environ, 1992, 41:197-209

[6] Wan Z, Dozier J. A Generalized Split-Window Algorithm for Retrieving Land Surface Temperature Measurement from Space[J]. IEEE Trans on Geosci Remote Sensing, 1996, 34:892-905

[7] Mao Kebiao, Qin Zhihao, Shi Jiancheng, et al. A Practical Split-Window Algorithm for Retrieving LST from MODIS Data[J]. International Journal of Remote Sensing, 2005, 8:3 181-3 204

[8] 毛克彪,覃志豪,施建成,等. 针对 MODIS 影像的劈窗算法研究 [J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2005, 30(8):703-707

[9] Kaufman Y J, Gao Bocai. Remote Sensing of Water Vapor in the Near IR from EOS/MODIS[J]. IEEE Trans on Geosci Remote Sensing, 1992, 30:871-884

第一作者简介:毛克彪,博士。主要从事微波、热红外遥感、空间数据挖掘及 GIS 应用等方面的研究。
E-mail:maokebiao@126.com

Improvement for Split-Window Algorithm and Influence Analysis of Water Vapor Content for Retrieval Accuracy

MAO Kebiao^{1,2,3} TANG Hua jun¹ ZHOU Qingbo¹ MA Zhuguo²

- (1) Hulunber Grassland Ecosystem Observation and Research Station / Key Laboratory of Resources Remote Sensing and Digital Agriculture, MOA / Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, 12 South Street, Zhongguancun, Haidian District, Beijing 100081, China)
- (2) Key Laboratory of Regional Climate-Environment Research for Temperate East Asia (RCE-TEA), Chinese Academy of Sciences, Qijiahuozi, Chaoyang District, Beijing 100029, China)
- (3) School of Graduate, Chinese Academy of Sciences, A19 Yuquan Road, Shijingshan District, Beijing 100049, China)

Abstract: The split-window algorithm proposed by the authors is improved. In order to evaluate the practical effect of the algorithm, the analysis of influence of water content on the transmittance is made and the results indicate that the algorithm is not sensitivity to water content. In order to confirm the conclusion, the authors retrieve the land surface temperature through change the water content retrieved from MODIS data and get similar conclusion. All the results show that the algorithm is practical and not sensitive to water content.

Key words: land surface temperature; transmittance; MODIS; split-window algorithm