

应用归一化植被指数的玉米产量预测研究

黄楠¹,王强²,王鹏¹,张国庆¹,刘凌菲³

(1. 黑龙江省农业科学院 遥感技术中心,黑龙江 哈尔滨 150086;2. 黑龙江省工程学院,黑龙江 哈尔滨 150040;3. 东北林业大学 林学院,黑龙江 哈尔滨 150010)

摘要:为有效利用归一化植被指数(NDVI)对玉米产量进行预测,以黑龙江省肇东市为研究区域,利用玉米抽穗期 HJ1B 遥感数据,结合野外实测数据,进行玉米单产遥感预测研究。通过辐射定标、大气校正、几何精校正等预处理,反演试验区域的实际光谱反射率,从而计算试验区域内玉米的归一化植被指数(NDVI)实际数值,进而与野外实测产量数据进行模型拟合。结果表明:肇东玉米抽穗期 NDVI 与产量之间二次多项式模型相关性最佳,对比实测数据准确率可达 86%,并利用研究结果对肇东 2011 年玉米产量进行了预测,与实测结果比较后形成玉米单产遥感预测专题图,因此,确定归一化植被指数与玉米产量具有一定的相关性。

关键词:归一化植被指数;产量预测;肇东

中图分类号:S127

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2014)02-0130-03

目前,黑龙江省已经成为全国第一大粮食生产省份,黑龙江省玉米种植面积近年逐步增加,为提高黑龙江省的粮食产量做出了一定贡献。基于遥感高效率大范围的优点,及时了解玉米的长势并对玉米产量进行准确的预测,可为政府部门快速应对以及最终决策提供及时有力的科学依据。该研究拟利用国产的优秀卫星数据,根据玉米在主要生长季表现出的生理生化指标,利用归一化植被指数对最终的玉米产量进行及时高效的预测。

1 研究区域概况

肇东市位于黑龙江省西南部,松嫩平原中部,属寒温带,地处中纬度亚洲大陆东部, $N45^{\circ}10' \sim 46^{\circ}20'$, $E125^{\circ}22' \sim 126^{\circ}22'$,南距“冰城”哈尔滨 53 km,北距“油城”大庆 74 km。滨洲铁路自东南方向入界,斜贯县境 74 km,距省城哈尔滨市 60 余 m,西北距大庆市 96 km。县境略呈长方形,南北纵长 103 km,东西横宽 76 km,土地总面积 4 338 km²。冬季(11 月~次年 3 月)由于西伯利亚冷空气不断侵入,气候严寒、干燥,夏季(6~8 月)受副热带海洋气团的影响,降水集中,气候温热、湿润。春(4~5 月)、秋(9~10 月)两季,因处冬夏季风交替之际,气候多变。春季大风次数多,雨量很少,秋季则降温急剧,常有霜冻^[1]。肇东市位于黑龙江省西南部松嫩平原腹地,地处“寒地黑

土”绿色农业区,全市有耕地 20.333 万 hm²、草原 10 万 hm²、林地 6.667 万 hm²、水面 1.733 万 hm²,具有农、牧资源的先天优势。土质肥沃,气候温和,雨量充沛,适宜多种作物生长。盛产玉米、大米以及七彩大米、药膳小米、特种瓜菜、无公害马铃薯、中草药、葵花及烤烟等,是国家商品粮和畜牧业生产的重要基地。

2 方法

2.1 地面数据采集

以肇东市为研究区域,选取 8 个不小于 1 km×1 km 的样区,每个样区选取 9 m²左右的样点均匀分布 5 个,采集信息包括:GPS、地理位置行政区定位、密度、公顷株数、作物品种、苗情、株穗数、穗粒数及千粒重等。

利用野外采集的玉米千粒重结合实测公顷株数,计算得玉米实测单产。

2.2 遥感影像处理

研究采用于 2011 年 8 月 27 日成像的 HJ1B 遥感数据,主要预处理步骤包括辐射定标、大气校正、几何精校正和影像裁切。

环境小卫星的 CCD 相机利用绝对定标系数将 DN 值图像转换为辐亮度图像的公式: $L = DN/a + L_0$,式中, L 为辐亮度, a 为绝对定标系数增益, L_0 为偏移量,转换后辐亮度的单位为 $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$ 。

定标系数直接可以从元数据文件中找到: $L = DN/g + L_0 (W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1})$

如 HJ1BCCD2 数据系数为: B1: g 0.578 2,

收稿日期:2013-10-10

第一作者简介:黄楠(1980-),男,黑龙江省哈尔滨市人,硕士,助理研究员,从事遥感在农业领域应用的研究。E-mail: 7723338@qq.com。

L_0 3.460 8; B2: g 0. 508 7, L_0 5. 876 9; B3: g 0. 682 5, L_0 8. 006 9; B4: g 0. 646 8, L_0 8. 858 3^[2]。

影像与处理前后效果见图 1、图 2。

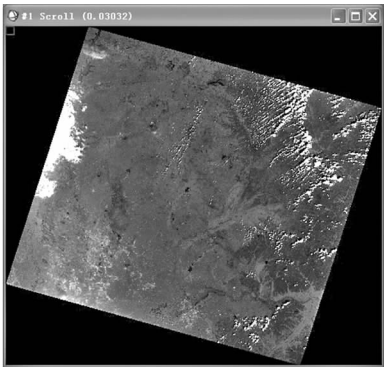


图 1 原始影像示意图
Fig. 1 Sketch map of raw image



图 2 预处理后效果图
Fig. 2 Reordering after pretreatment

2.3 影像植被指数计算

应用经典的植被指数:归一化差分植被指数(NDVI)表达式为:

$$NDVI = \frac{R_i - R_a}{R_i + R_a}$$

利用相关软件对于处理后的模拟数据进行计算,得到结果见图 3。

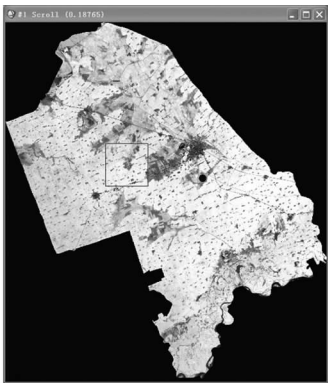


图 3 NDVI 处理后效果图
Fig. 3 Reordering after NDVI

3 结果与分析

3.1 产量 NDVI 相关模型拟合

综合考虑周边环境、品种和灾害等因素,在所有样点中筛选出 19 个具有代表性的有效样点,参与最终的产量拟合与预测分析。

分别采取指数回归、线性回归、对数回归和二次多项式回归拟合^[3-4]:

指数回归:

$$y = 3\,247e^{-2.62x}, R^2 = 0.635$$

线性回归:

$$y = -1\,864x + 1\,833, R^2 = 0.766$$

对数回归:

$$y = -1\,012 \ln(x) + 172.7, R^2 = 0.751$$

二次多项式:

$$y = -1\,002x^2 - 728.1x + 1\,526, R^2 = 0.769$$

可见,该时相遥感影像与玉米单产拟合多项式相关性最好。拟合方程为:

$$y = -1\,002x^2 - 728.1x + 1\,526$$

3.2 精度检验

将验证点影像 NDVI 值带入拟合方程计算理论单产,并与验证点实测单产作比较^[5],结果见表 1:

表 1 2011 年 8 月影像理论单产与实测单产比较

Table1 Comparison of the oretical yield and the measured yield on August in 2011

所在样区 Region	NDVI	实测产量/kg·hm ⁻² Measured yield	预测产量/kg·hm ⁻² Predicted yield	差值 Difference	差值绝对值/kg·hm ⁻² Absolute value
1	0.7253	5344.05	7062.00	1717.95	1717.95
1	0.6669	9487.65	8922.60	-565.05	565.05
1	0.6801	9394.20	8509.80	-884.40	884.40
2	0.5605	12213.60	12047.25	-166.35	166.35
2	0.4747	12403.95	14319.75	1915.80	1915.80
3	0.5612	14900.70	12027.30	-2873.40	2873.40
3	0.474315	14207.85	14328.45	120.60	120.60

续表 1

Continuing Table 1

所在样区 Region	NDVI	实测产量/kg·hm ⁻² Measured yield	预测产量/kg·hm ⁻² Predicted yield	差值 Difference	差值绝对值/kg·hm ⁻² Absolute value
3	0.715799	7130.25	7371.45	241.35	241.35
4	0.694012	9700.50	8071.05	-1629.45	1629.45
4	0.744922	8405.40	6414.00	-1991.25	1991.25
4	0.671216	7895.85	8787.90	892.05	892.05
5	0.653028	8910.45	9348.45	438.00	438.00
5	0.682308	10029.00	8441.10	-1588.05	1588.05
6	0.685313	6262.80	8346.45	2083.65	2083.65
6	0.696121	4623.15	8004.00	3380.85	3380.85
7	0.674208	8351.40	8694.60	343.35	343.35
7	0.675067	8755.05	8667.90	-87.15	87.15
8	0.709764	6686.10	7566.75	880.65	880.65
8	0.716929	9181.20	7334.85	-1846.35	1846.35
合计		173883.15	174265.65	382.50	23645.55
平均		9151.80	9171.90	20.10	1244.55

由表 1 可知,19 个试验点中,实测平均单产为 610.12 kg,理论平均单产为 611.46 kg,理论平均单产与实测平均单产的差值仅 1.34 kg,19 个试验点中最大差值 225.39 kg、最小差值仅 5.81 kg,准确率达到 86%。说明实测产量与理论产量的变化趋势基本相同,两者误差不大。

4 结论

经过研究发现以 8 月 HJ1B 影像数据为基础的归一化植被指数(NDVI)值与玉米单产有一定的相关性,利用影像 NDVI 值对玉米单产进行预测具有一定的可行性;应用遥感影像预测作物产量具有快速、高效、成本低的优势。相比野外实测产量,更具备时间上的优势。在下一步研究中,拟引入历年统计数据以及气象数据修正预测模型,提高预测精度以及时间效率。

研究仅针对肇东一个地区、玉米一种主要作物和一个生长季进行了相关研究,虽然相关性较高,但是有一定的局限性,对更多地区更多作物的产量预测仅能起到一定参考作用,更进一步的成果还有待继续深入研究^[6]。

参考文献:

- [1] 张云丽,朱姬哲,杨立军.肇东市玉米产量与气象条件分析[J].黑龙江气象,2012,29(4):28-30.
- [2] 李花.HJ-1B 遥感监测水稻长势与产量的研究[D].合肥:安徽农业大学,2011.
- [3] 王巍.黑龙江省玉米产量变化与相关因素的分析[J].黑龙江农业科学,2012(7):28-31.
- [4] 靳晓春,李庭峰,吴方勇,等.玉米产量及相关性状的 QTL 分析[J].玉米科学,2011,19(5):10-18.
- [5] 罗春华.玉米物候期观测试验与分析[J].杂粮作物,2009,29(5):310-312.
- [6] 莫喆.县域农作物生产监测规范与产量预报方法研究[D].北京:中国农业科学院,2008:5-25.

Maize Yield Prediction Research Based on the NDVI

HUANG Nan¹, WANG Qiang², WANG Peng¹, ZHANG Quo-qing¹

(1. Remote Sensing Technique Center, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin Heilongjiang 150086; 2. Heilongjiang Institute of Technology, Harbin Heilongjiang 150040; 3. School of Forestry, Northeast Forestry University, Harbin Heilongjiang 150010)

Abstract: In order to use the Normalized Difference Vegetation Index(NDVI) effectively for maize production prediction, taking Zhaodong city of Heilongjiang province as study area, HJ1B remote sensing data and the field measured data in maize heading stage were used to predict maize yield. Combined with radiation calibration, atmospheric correction, geometric correction and the spectral reflectance, the NDVI was calculated to make curve-fitting with the field measured yield data. The results showed that the best correlation between maize NDVI in heading stage and yield was quadratic polynomial and the accuracy was 86%, the maize yield in 2011 was predicted to generate the remote sensing thematic map compared with measured results. Therefore, the determination of NDVI had a certain relevance with production.

Key words: NDVI; yield prediction; Zhaodong