

圃場における蓄積画像の解析-明度値による天候判別と日射量推定- Analysis of image data in agricultural field -Discriminant analysis of weather and estimation of solar radiation using intensity of the image-

緒方 公一 松岡 佑樹 池上 知顕†
Kohichi Ogata Yuki Matsuoka Tomoaki Ikegami

1. まえがき

本稿は圃場における蓄積画像の解析について取り扱ったものである。圃場において撮影した画像には植物等の対象物の他、晴天や曇天などの環境を反映した多くの情報が内在していると考えられる。それらの情報を画像から抽出し、日射量の推定等に活用することができれば、種々の物理量を直接的に測定するセンサを増やすことなく環境情報を推定でき、機器の削減等による環境負荷低減技術に有効と考えられる。本稿では、画像データの明度値情報を用いて、天候判別や日射量推定を行った結果について報告する。

2. データ収集システム

図1にデータの収集を行ったシステムを示す。このシステムは、過去に圃場ネットワークとして構築したものであり、ビニールハウス内の植物の生育状況や温度や日射などのデータを自動的にデータベースに保存するものである。ビニールハウスエリア、気象サーバエリア、管理室から構成されている[1]。本稿では、ビニールハウス内に設置された全天候型カメラ（YOKOGAWA, FC-15U）を用いて撮影されたハウス内の様子の画像と、気象サーバ（コーナシステムズ社, KADEC21-Me）により計測された日射量データをとり扱った。

3. 画像データ

全天候型カメラからの映像信号（NTSC）をキャプチャボードによりキャプチャし10分毎の静止画を保存した。画像サイズは640×480ピクセルの24ビットカラー静止画像であり、RGBの画像である。なお、安価なカメラでもオートアイリス、オートゲイン機能を有するものが多いことや、それらの設定値を利用あるいは推定する必要のない推定モデルの方が一般性や簡易性に優れると考えられることから、全天候型カメラはオートアイリス、オートゲインをONとした状態で使用した。図2は撮影された画像例であり、トマトを育成中の画像である。

撮影された画像をHSI形式に変換した。色相は色を表す情報であり、日射量の変化による影響を受けにくいと考えられるが、実際のデータでも確認されているので、分析の対象からは除外した。また、彩度と明度データでは、明度データの方が日射量とのより高い相関を示すことから[2]、明度値の画像を取り扱った。

4. 天候判別

ここでは、画像の明度値情報から天候をどの程度判別できるかを検討した。

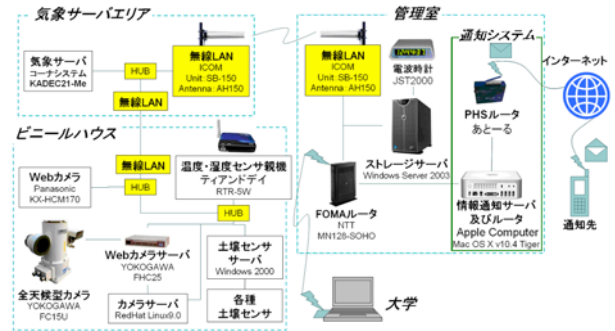


図1 システムの基本構成



図2 圃場内の画像例

表1 天候の分類

天候	分類条件
晴天	降雨量が 0 mm , かつ日射量の変動から判断して雲量が少ないと判断できる日
曇天	降雨量が 0 mm , かつ日射量が急激に変動する点が多くある日
雨天	降雨量が 0 mm でなく, かつ最大日射量が 0.3 kW/m ² 未満である日

4.1 天候の分類

判別に先立ち、蓄積されたデータの分類を行った。収集を行った2006年2月1日から2007年5月1日の内、日射量、降水量、画像の各データに欠損値がなく、正常に取得された日は202日あった。取得されたデータを、日射量、降水量を基に表1に示す条件で分類を行った。分類の結果、晴天に分類されたデータが32日、曇天に分類されたデータが28日、雨天に分類されたデータが24日となり、計84日分をデータセットとして扱った。

4.2 明度値変化の特徴と天候判別

図3に、分類によって得られた各天候における一日の明度値変化例を示す。各図中破線で示すグラフは、移動平均により平滑化したものであり、着目するデータ点とその前後1点の合計3点の移動平均データとなっている。図の比較から分かるように、昼間に大局的な変動を示し、局所的すなわち短時間の変動の少ない(a)晴天、昼間の大局的、局所的変動がいずれも大きい(b)曇天、昼間の大局的変動は少なく局所的変動が主に見られる(c)雨天、という特徴が見受けられる。

†熊本大学大学院自然科学研究科, Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University

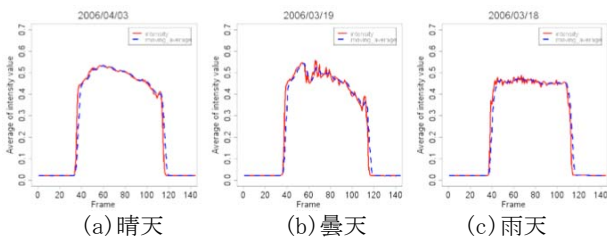


図3 各天候における一日の明度値変化

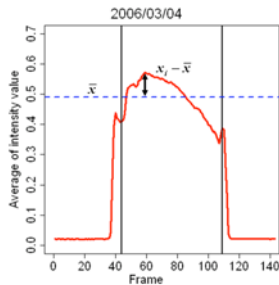


図4 日の出から日の入りまでの明度値の標準偏差導出

表2 天候の判別結果

	晴天	曇天	雨天	判別率[%]
晴天	30	2	0	93.8
曇天	4	19	5	67.9
雨天	0	3	21	87.5
				83.3

これらの特徴を踏まえ、後に述べる天候判別では、グラフの明度値の原データから移動平均値を差し引きその絶対値をとった差分量を説明変数の一つとして取り扱った。また、もう一つの説明変数として用いたパラメータを図4に示す。ここでは、日の出から日の入りまでにおける明度値の標準偏差を求めている。

用意されたデータセットを用いて leave-one-out 法による線形判別分析を行った。表2がその判別結果である。晴天や雨天では約90%の高い判別率を示しており、曇天では晴天や雨天に判別されるケースが増加し判別率は低下している。しかし、平均的には83%の判別率を示し、晴天を雨天、雨天を晴天とするような誤判別は発生していない。晴天時の局所的な差分量の小ささ、雨天時における日の出から日の入りまでにおける明度値の分散の小ささ等の特徴が判別にうまく利用されていると推測される。

5. 日射量推定

先に述べたように、明度データが日射量とのより高い相関を示すことから、画像の明度値から日射量推定を行った。今回は晴天のデータを処理対象とした。

図5にある観測日について明度値と日射量との関係を示す。図中の□、■の印は、それぞれ午前、午後の分布に対応している。日の出後に明度値が増加を示し、飽和傾向の後減少を示し、日射量最大を迎えている。その後は明度値、日射量共に漸次減少を示している。すなわち、午前中は曲線な変化を示し、午後は直線的な変化を示す特徴を有している。これを踏まえて、日射量最大の時刻を境として、午前と午後に分けて推定を行った。

図6(a)は午後のデータについて線形回帰直線を求めたものである。また、図6(b)は、午前中のデータに2次曲線を

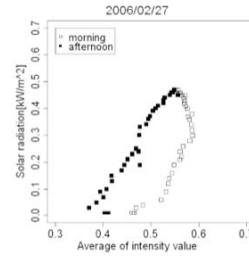


図5 ある一日における日射量と画像の明度値との関係

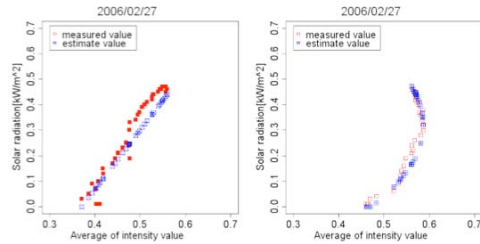


図6 明度値からの日射量推定

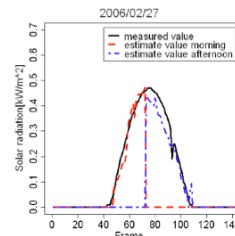


図7 計測された日射量と推定値との比較

適用したものである。図から分かるように、それぞれの関数で変化傾向を良好に近似できている。図7に測定された日射量と画像の明度値から推定された日射量との比較を示すが、部分的には推定誤差が見られるものの、実際の日射量の変化を比較的良好的に推定できている。

6. まとめ

本稿では、圃場における蓄積画像を解析し、その明度値情報から天候判別や日射量の推定を試みた。明度値情報を用い、その日変化パターンの短時間変動成分および標準偏差の2つを説明変数とした線形判別モデルにより、取り扱ったデータでは83%程度の判別率が得られることが分かった。また、日射量推定では、明度値を午前と午後に分けることで、画像の明度値から日射量が回帰曲線および直線で表現でき、日射量の推定に有効であることが分かった。

謝辞

本研究で使用したデータは、総務省 SCOPE-R による援助を受けて構築したシステムにより収集されたことを記し、謝意を表す。本研究の一部は科学研究費補助金((C)20560398)の援助によることを記し謝意を表す。

参考文献

- [1] 倉山直己他, "圃場における蓄積画像からのイベント検出," 第22回熊本県産学官技術講演論文資料, pp.138-139, 2008.
- [2] 松岡佑樹他, "圃場における蓄積画像の解析—画像のHSI表現と日射量との関係—," 電気関係学会九州支部連合大会講演論文集, 10-1P-09, 2008.