

写真測量法による太陽光発電システムの日照障害物の推定

(学生員) 池 さつき*, (正員) 黒川 浩助 (東京農工大学)

Estimation of obstacles for PV systems by using photogrammetry

Satsuki Ike, Kosuke Kurokawa (Tokyo University of Agriculture and Technology)

1. はじめに

太陽光発電（以下PV）アレイの設置場所は、日射が障害物でさえぎられないことが望ましい。しかし、実際はそのような理想的な場所に設置できるのはごくわずかであり、建物や木などの影がかかる場所に設置することがほとんどである。設置予定のPVアレイの出力を予測するためにも、影の影響を調べることは大変重要である。

本研究グループでは写真測量により容易にPVアレイと障害物の位置関係を把握する手法の検討を行ってきた⁽¹⁾。位置関係を把握することにより、アレイにかかる影を予測でき、影により低下する日射量の推定、PVの発電量の予測が可能となる。さらに適切なモジュール配置の事前検討ツールに発展させることが可能である。

2. 写真による障害物の測量方法⁽²⁾

本論文では、アレイと障害物との位置を測量する方法として、同一の被写体を2箇所の異なる位置から撮影し、得られた写真2枚一組を用いて三次元計測を行う立体写真測量を用いる。注目点Pの位置を求めるために図1のような空間を考える。左右のカメラを距離dだけ離して平行に並べる。ただしこのレンズの焦点距離をfとする。左画像中の点P_L、右画像中の点P_Rが、注目点Pに対応している。ここから以下の式が導出される。

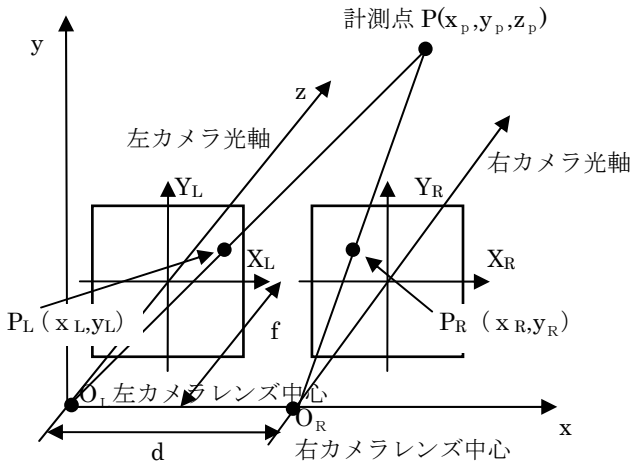


図1 三角測量の原理による座標の計算

Fig.1 Calculation of the coordinates by triangulation

$$x_p = \frac{d \cdot x_L}{x_L - x_R}, y_p = \frac{d \cdot y_L}{x_L - x_R}, z_p = \frac{d \cdot f}{x_L - x_R} \quad (1)$$

3. 基礎実験

初めに、障害物を簡易化したモデルにおいて、カメラの向きを図1のように平行に揃え左右画像を撮影し、測量の評価を行った。その結果、誤差が生じ、測量に影響を与えることを確認した。また、その誤差が実験を重ねても定量的であることから、カメラの光軸中心が画像中心と一致していないと推定される。

次に、カメラを水平に保ちながら、向きを変えて左右画像を撮影した（以下カメラ回転画像）。カメラ回転画像からカメラ平行画像への変換手法に逆回転変換と平行移動変換を提案し、両手法を比較評価した。

逆回転変換とはカメラ平行画像上とカメラ回転画像上の基準点のずれより、カメラの回転角を算出し、逆回転をカメラ回転画像に掛けるものである。一方、平行移動変換とは、カメラ平行画像上の基準点に合わせてカメラ回転画像を移動させる手法である。

図2に両手法で変換したy座標の測量誤差を示す。逆回転変換の誤差は、上述した光軸中心のずれを考慮せず、画像中心にあるとして回転角を計算したためと考えられる。一方、平行移動変換では光軸中心のずれも補正できることを確認した。

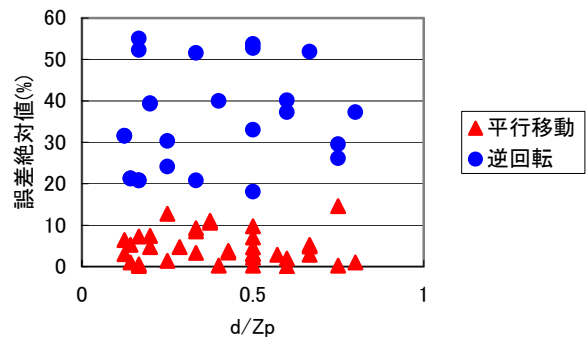


図2 カメラ回転画像におけるy座標の測量誤差
Fig.2 Estimation Errors of y coordinates by using turning camera images

そこで、カメラ平行画像にも応用できるのではないかと考え、平行移動変換を適用した。その結果、光軸中心のずれが直り、誤差の小さい画像に補正できることを確認した。図3に変換前と平行移動変換後のカメラ平行画像におけるy座標の測量誤差を示す。

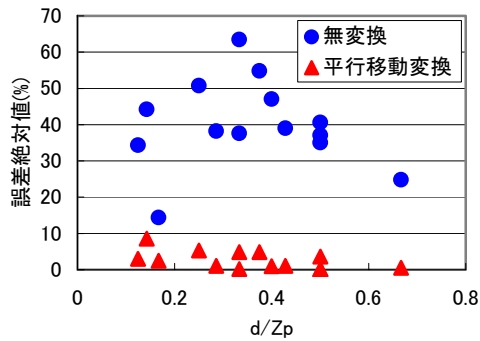


図3 カメラ平行画像におけるy座標の測量誤差
Fig.3 Estimation Errors of y coordinates by using parallel camera images

4. 測量ソフト

3.の実験結果を踏まえ、画像変換手法に平行移動変換を採用し、写真測量ソフトをC++Builderを用いて作製した。ソフトの外観を図4に、ソフトの流れを図5に示す。



(a)変換係数算出画面



(b)画像変換・三次元算出画面

図4 写真測量ソフト

Fig.4 Photogrammetry soft

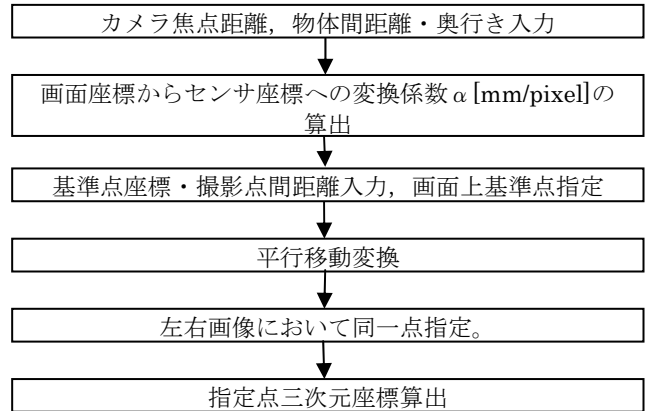
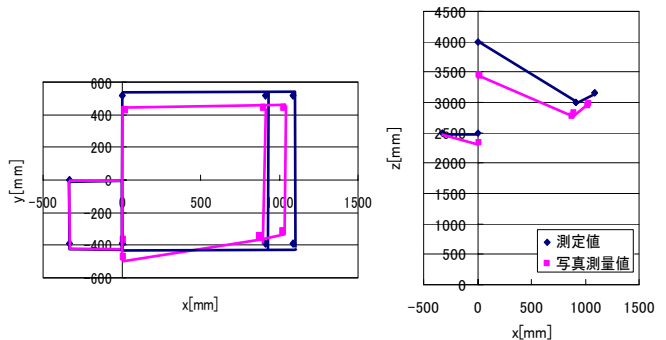


図5 写真測量の流れ

Fig.5 Flow of photogrammetry

5. 測量ソフトによる写真測量結果

写真撮影を実際の障害物測量に近い条件である屋外で行い、測量ソフトを用いてカメラ回転画像による障害物測量の評価を行った。測量結果を図6に示す。誤差が生じるものの、障害物の形状を再現していることを確認した。



(a) xy 平面

(b) xz 平面

図6 カメラ回転画像による測量結果

Fig.6 Survey result by turning camera image

6. まとめ

カメラの向きを平行に揃えずとも、基準点を一点用いることで写真測量が行えることを確認した。作製した写真測量ソフトを用いることで、専門の器具や技術を用いることなしに、容易に障害物の測量を行なうことを可能にした。

現在の測量ソフトではカメラを水平に保つため、三脚等に固定する必要があるが、今後は自由な方向から撮影した写真で測量できるよう改良する。さらに測量精度を高めるために焦点距離等は公称値を近似値として与え、最小二乗法を用いて値の算出を行う。さらにレンズディストーションも考慮に入れる予定である。

文献

- (1)登守他；写真測量方による太陽光発電システムの日照障害特性の推定，平成11年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会，1999。
- (2)安居院猛・長尾智晴，C言語による画像処理入門，昭晃堂，2000。