

写真測量法による日影推定の誤差についての検討

登守利征* (東京農工大学), 大谷謙仁, 作田宏一 (電子技術総合研究所), 黒川浩助 (東京農工大学)

Error analysis of the estimation of shading by using photogrammetry

Toshiyuki Tomori (Tokyo University of Agriculture and Technology), Kenji Otani, Koichi Sakuta (Electrotechnical Laboratory) and Kosuke Kurokawa (Tokyo University of Agriculture and Technology)

1. はじめに

PV システムに入射する傾斜面日射強度を正確に算出することは、発電性能の評価に役立つ他、システム設計の最適化に貢献すると考えられる。しかし、傾斜面日射強度は PV システムが置かれた周囲日射環境に依存する値であるのでオンサイトで評価する必要が出てくる。そこで本研究グループでは、周囲環境の一括撮影に簡便な魚眼カメラを用いた写真測量を行い、撮影場所における日射量の面的分布の計測を試みた。前段階として、2 枚の魚眼写真から三角測量法により周辺の障害物の高さ、位置を把握し、また同時に太陽軌道を考慮する事により影を面的に評価する方法を開発した^[1]。本手法では、魚眼写真の撮影条件と写真から対象物体の読みとりが推定誤差に大きな影響を与えると考えられる。本論文では本研究グループの影予測法の最適な撮影位置を検討するため、撮影位置を変化させて実験を行い、誤差を評価した。

2. 魚眼写真による日射障害物の位置推定方法

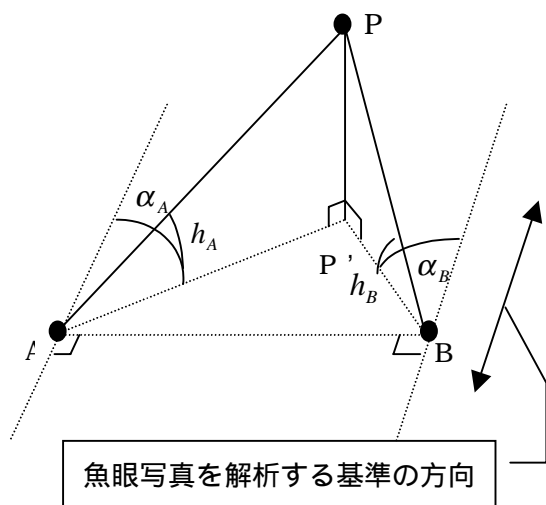


図 1. . 注目点と撮影点の関係

Fig1 . Positions of an object and two fisheye cameras

魚眼写真を 2 地点で撮影し、両写真において同一と判別した物体の特徴点のずれから、三角測量法を用いて注目物体の位置、高さを求める。

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。点 P が注目点、点 A、B が撮影位置である。点線の部分はアレイを設置する平面上に存在していることを表す。点 A、B が存在するそれぞれの直線は平行であり、魚眼レンズを解析する基準の方向にのびている。この図での既知の値は点 A、B から見た点 P の高度角 h_A 、 h_B と方位角 α_A 、 α_B 、撮影点間の直線距離 AB である。

ここから導出されるのは以下の式である。

$$P'A = \frac{AB}{\left| \sin \alpha_A - \frac{\sin \alpha_B \cos \alpha_A}{\cos \alpha_B} \right|} \quad (1)$$

$$P'B = \frac{AB}{\left| \sin \alpha_B - \frac{\sin \alpha_A \cos \alpha_B}{\cos \alpha_A} \right|} \quad (2)$$

ここで

$$PP' = P'A \tan h_A = P'B \tan h_B \quad (3)$$

であるので、

$$\begin{aligned} PP' &= \frac{AB}{\left| \sin \alpha_A - \frac{\sin \alpha_B \cos \alpha_A}{\cos \alpha_B} \right|} \tan h_A \\ &= \frac{AB}{\left| \sin \alpha_B - \frac{\sin \alpha_A \cos \alpha_B}{\cos \alpha_A} \right|} \tan h_B \end{aligned} \quad (4)$$

つまり、最終的には測定点 P の直下の点 P' と撮影点 A、B までの距離 (P'A、P'B)、P の高さ (PP') が求まる。

3. 距離推定誤差の検討

3.1 実験方法

本測量法での誤差の原因は地面の平坦などの撮影条件と写真上で対象物を指定する際の位置ずれである。つまり、対象物を読みとる際に α_A 、 α_B 、 h_A 、 h_B で誤差が出る。魚眼写真の撮影点 1 点と注目物体の間の距離 ($P'A$) を、下記の 3 つの条件で推定し、誤差の評価を行った。

まず、魚眼カメラの相対距離 (AB) による誤差の変化を調べるため「 $P'A (=P'B)$ を一定とし、 AB を変化」させた。 $P'A=P'B$ としたのは α_A 、 α_B の値が等しくすることで両値の誤差の影響を等しくし、 AB の変化による誤差の変化が現れるようにした。逆に、 α_A と α_B が異なることで誤差全体に影響することが考えられる。そこで次に「 $P'A$ と AB を一定とし、 α_A を変化」させた。また、撮影位置が遠くなるにつれ、写真中で注目点 P が小さくなり判別しにくくなる。その事で読みとり誤差が大きくなり、予測誤差が大きくなるのを確認するため、「 $P'A (=P'B)$ と AB の比を一定とし、 $P'A$ を変化」させた。

3.2 実験結果

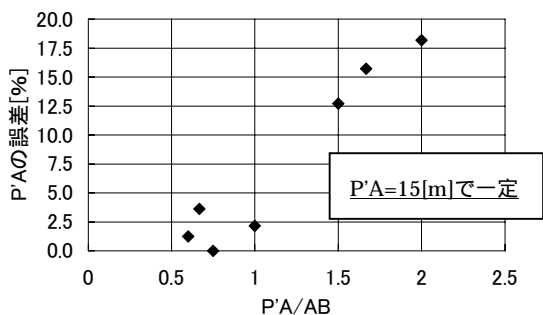


図 2 . $P'A$ の誤差 (の場合)

Fig2 . Estimation Errors of $P'A$ (in case of)

図 2 から比が大きくなり、つまり、 AB が小さくなるにつれ誤差が大きくなるのが確認できた。実際の運用を考慮すると本手法の適用範囲を広げる上で比が大きき条件の精度を向上する必要がある。

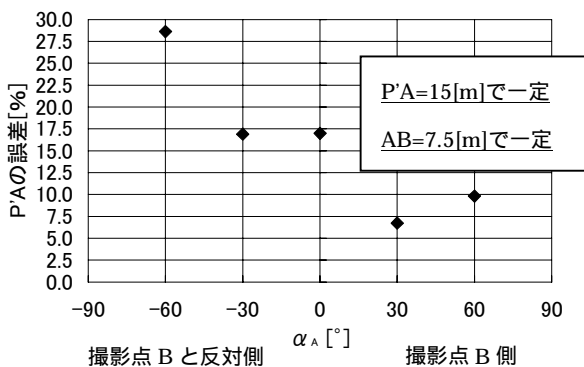


図 3 . $P'A$ の誤差 (の場合)

Fig3 . Estimation Errors of $P'A$ (in case of)

図 3 から α_A が正の数、つまり、注目点 P が撮影点 A 、 B の間にあるときは誤差が小さくなるのが確認できた。

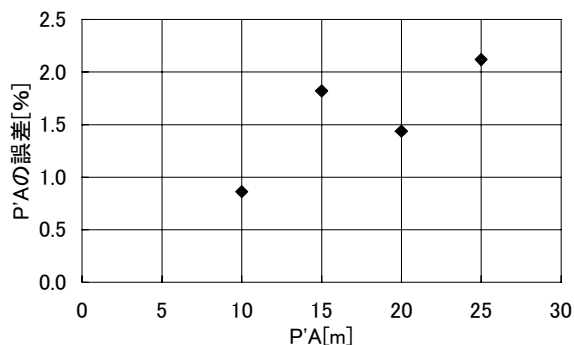


図 4 . $P'A$ の誤差 (の場合)

Fig4 . Estimation Errors of $P'A$ (in case of)

図 4 から距離が大きくなることにより誤差は大きくなるのが確認できた。しかし、図 2、3 と比べると値自体は小さく、今回行った距離ぐらいでは誤差はそれほど出ないことがわかった。

4. まとめ

本研究グループの開発した影予測法の最適な撮影位置を検討するため、撮影位置を変化させて実験を行い、誤差を計算した。その結果、注目点までの距離と撮影点間の距離の比 ($P'A / AB$) が $0.6 \sim 1.0$ の時、 $4[\%]$ 以下であり、また、注目点が 2 点の撮影点の間にある時 ($\alpha_A = 30^\circ$) に $7[\%]$ であった。撮影点と注目点の距離が $30[m]$ 以下であれば、誤差は $2.5[\%]$ 以下になった。今後は今回の結果を基に最適な撮影位置を決定する予定である。

文献

- [1] 登守、他、(1999)「写真測量法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