

魚眼レンズを用いた局所的な日照時間推定に関する検討

星野 佑輔*, 森 太郎**, 浅水 仁***

Estimation of local daylight hours using fisheye lens

Yusuke HOSHINO*, Taro MORI**, Satoshi ASAMIZU***

Abstract—Energy saving is urgent issue by global environmental issues and lack of electric power. Solar energy such as solar photovoltaics and direct solar gain is expected to solve it. However, solar energy is strongly affected by solar radiation blocking objects like the buildings. Thus, this study aims to estimate the local daylight hours, and proposes a method to extract the sky area from the fisheye image and to estimate the local daylight hours after consideration to the influence of solar radiation blocking. It was noted that the error rate between the estimated and observed value was 3.97[%].

Key words: Fisheye lens, Estimation of daylight hours, Extraction of the sky area

1.はじめに

電力不足、地球環境問題から省エネルギー化が喫緊の課題となっている。その解決策のひとつとして太陽エネルギーの利用が注目されている。太陽エネルギーの利用方法として太陽光発電や太陽熱給湯、ダイレクトゲインといった熱利用も存在する。しかしながら、太陽エネルギーの利用には地域による日射量や周辺の建物などの影響を強く受ける。そのため、天気情報と雲量情報と過去の太陽光発電の出力データから翌日の太陽光発電の出力を予測する研究が行われている[1]。また、これまでは魚眼画像を利用して日照障害物の影を推定することで、より実測値に近い太陽光発電量の推定を可能としている[2]。したがって、太陽エネルギーを利用するにあたって日射遮蔽物の影響を考慮することは重要である。

*釧路高専 電子情報システム工学専攻

**北海道大学工学研究院

***釧路高専 創造工学科

そこで本研究では、魚眼画像から日射遮蔽物を考慮した局所的な日照時間を推定することを目的とする。本稿では、魚眼画像から空領域を抽出する方法、日射遮蔽物を考慮した日照時間の推定方法について提案した。提案手法は画像を撮影した地点でのある期間の最大の日照時間を推定する。そのため天候による日照時間の減少などを考慮することで、太陽光パネルの設置を検討するときや、窓からの日射により部屋を暖めるときにどの程度の日射が期待できるかといった判断材料に応用できる。

2.提案手法

提案する日照時間推定システムの概略図を図1に示す。2.1節では日射遮蔽物による影響を考慮するために魚眼画像から空の領域だけを切り出す方法を提案する。2.2節では局所的な日照時間を推定するために魚眼画像上での太陽軌道の算出方法を提案する。

2.1.空領域の抽出

画角が 180°ある魚眼レンズを用いて周囲に存在する建築物や樹木といった日射遮蔽物を得る。空領域を抽出する手法のフローチャートを図2に示す。まず、入力画像を白黒濃淡画像に変換し、キャニー法によりエッジを検出する。ラベリング処理で空領域とそれ以外の領域を分離するため、白画素の8近傍を白画素にする膨張処理によりエッジを強調する。その後、黒画素に対してラベリング処理を行い、画像全体の1%未満の場合はその領域を黒画素にする。提案手法では空領域の抽出を簡単にするために晴天時の画像を対象とする。図3に示す画像を入力とした場合、図4はエッジを検出した画像、図5はエッジ強調を行った画像、図6は空領域を抽出した画像である。

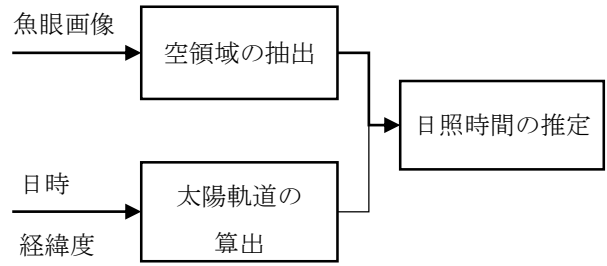


図 1.日照時間推定の概略図

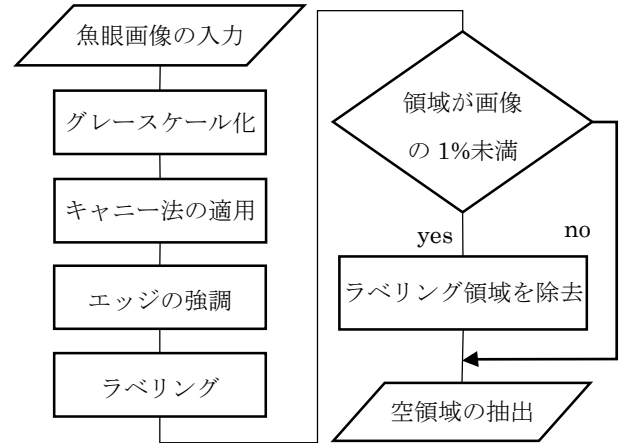


図 2.空領域抽出のフローチャート



図 3.入力画像



図 4.エッジを検出した画像



図 5.エッジを強調した画像



図 6.空領域を抽出した画像

2.2.局所的な日照時間の推定

提案手法では魚眼レンズの特性式を利用して空領域が抽出された画像上での太陽軌道を求め、局所的な日照時間を推定する。本研究で使用している魚眼レンズ、SIGMA, 4.5mm F2. EX DC CIRCULAR FISHEYE HSMは等立体角射影方式を採用しており、レンズに入射する光の入射角と撮像面への射影には式(1)、図7に示すような関係がある[3]。fは焦点距離、 α は入射角、yはレンズの光軸から入射光が結像される点までの距離を表す。

$$y = 2f \sin(\alpha/2) \quad (1)$$

太陽の高度と方位角は近似式により求められる[4], [5]。太陽が高度h, 方位角 Aの位置にあるとき、太陽光線は図7にあるレンズ上の点 $p(h, A)$ を通り、図8にある画像平面上P(u,v)に投影されるとする。このとき極座標で点P(r, θ)は(2)で表せる。

$$\begin{cases} r = 2f \sin\left(\frac{h-90}{2}\right) \\ \theta = A \times \frac{\pi}{180} \end{cases} \quad (2)$$

ここで、fは式(12)に $\alpha = 90$ 、y=イメージサークルの半径を代入し求める。画像の下部を北、左部を東とすると、P(u,v)は式(3)により求められる。

$$\begin{cases} u = r \cos(\theta + \pi/2) + u_0 \\ v = r \sin(\theta + \pi/2) + v_0 \end{cases} \quad (3)$$

ここで、 u_0 , v_0 はイメージサークルの中心座標とする。

2.1節で出力される画像では空領域以外は黒画素となっている。そのため、空領域を抽出した画像上での太陽軌道を提案手法により求め、太陽軌道が黒画素を通る場合は日射がないとし、そうでない場合は日射があるとする。以上により日射遮蔽物の影響を考慮した日照時間を推定することが可能である。

3.実験と考察

2.2節で出力された図6に対し、東経 $144.261[^\circ]$ 、北緯 $43.013[^\circ]$ 、夏至(6月22日)、秋分(9月23日)、冬至(12月22日)を入力し日照時間を推定した。このとき、焦点距離fは $365.5[\text{pixel}]$ を用いた。推定結果はそれぞれ $9.18[\text{h}]$, $8.32[\text{h}]$, $5.02[\text{h}]$

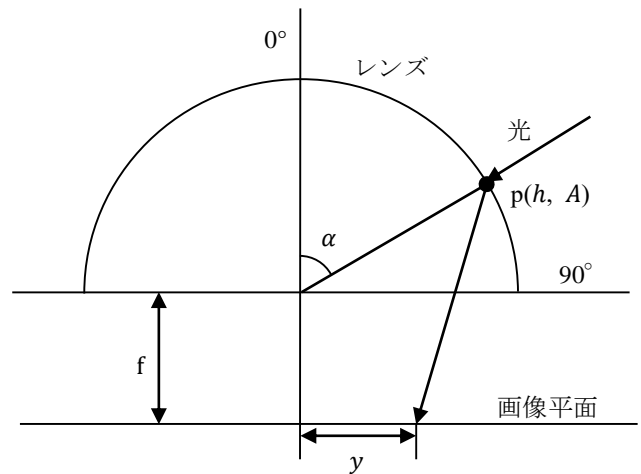


図7.等立体角射影方式の特性

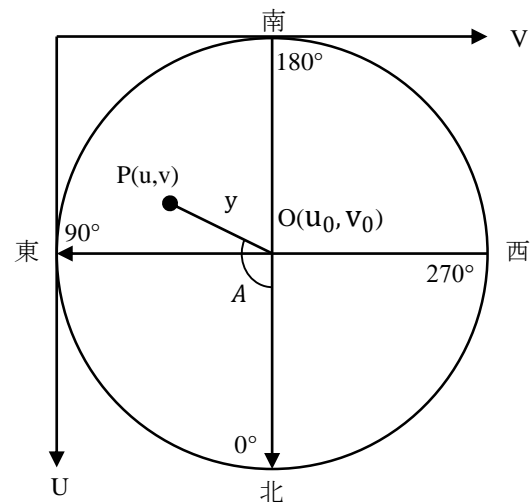


図8.撮像平面

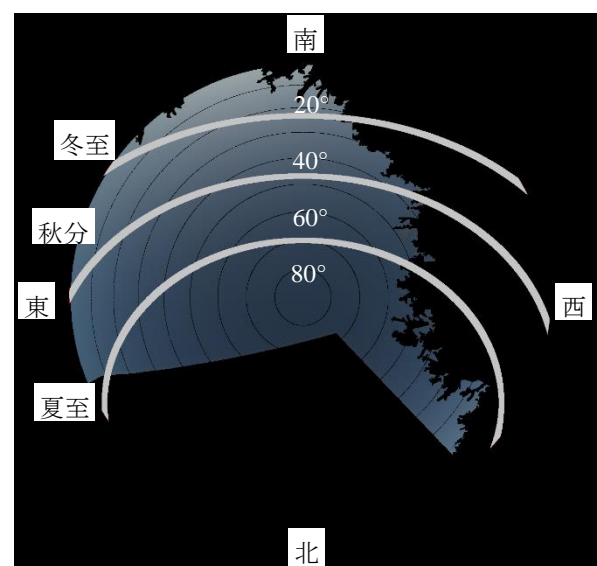


図9.画像上での太陽軌道

となり、画像上での太陽軌道を図9示す。また、2つの指定日を入力として受け取り、指定日間の日照時間の推定する機能を追加し、2014年3月1日から2014年3月31日までの日照時間の推定値は250.7[h]となる。

本手法による日照時間推定の精度を確かめるため実際の観測値との比較実験をした。実験にはイメージサークルだけを切り出した日射遮蔽物がないような画像を用いて1日の日照時間を算出する。比較には釧路地方気象台(北緯42.591[°], 東経144.226[°])で観測された快晴日のみのデータ[6]を用いた。天気概況の昼(6:00~18:00)が快晴のデータ22個との比較を図10に示す。大きな誤差で2時間ほど推定値のほうが大きくなる場合があった。これは、昼(6:00~18:00)以外の時間で天気が曇りなどで日射が遮られたため観測値が少なかったと考えられる。提案手法による日照時間の推定値と観測値の誤差率は平均で3.97[%]となった。このことから提案手法は十分な精度があることを確認した。

4.まとめ

本研究では魚眼画像、経緯度、日時から周囲に存在する日射遮蔽物の影響を考慮した局所的な日照時間の推定方法を提案した。また、観測値と推定値の比較実験により誤差率は3.97[%]となり、提案手法は十分な精度があることを確認した。

今後の課題として、より現実的な判断材料とす

るために日射量の推定について検討する。また、季節の変化による植物の葉の有無が日照時間に与える影響について考慮する。

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(C)(課題番号:26420577)により行われた。

参考文献

- [1] 中村 勇太, 三栗 裕己, 三島 祐樹, “雲量情報を利用した太陽光発電の翌日出力予測”, 函館工業高等専門学校紀要, 48, pp.21-28, 2014
- [2] 登守 利征, “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”, 太陽光発電システム研究発表会論文集, 第4回, pp.14-15, 2002
- [3] “FI-085/111 有限会社フィット”, http://fit-movingeye.jp/products/optics/consumer_optics/fi_series/fi_02.html, (2016)
- [4] “太陽の高度と方位角”, <http://k-ichikawa.blog.enjoy.jp/etc/HP/js/sunShineAngle/ssa.html>, (2016)
- [5] 国立天文台, “太陽の高度, 方位角および影の位置の概略値の求め方”, <http://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/topics/tex/topics2005.pdf>, (2016)
- [6] 気象庁 過去の気象データ検索, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?sess=6ef525a9cdef28cea634ce58ca736e68>, (2016)

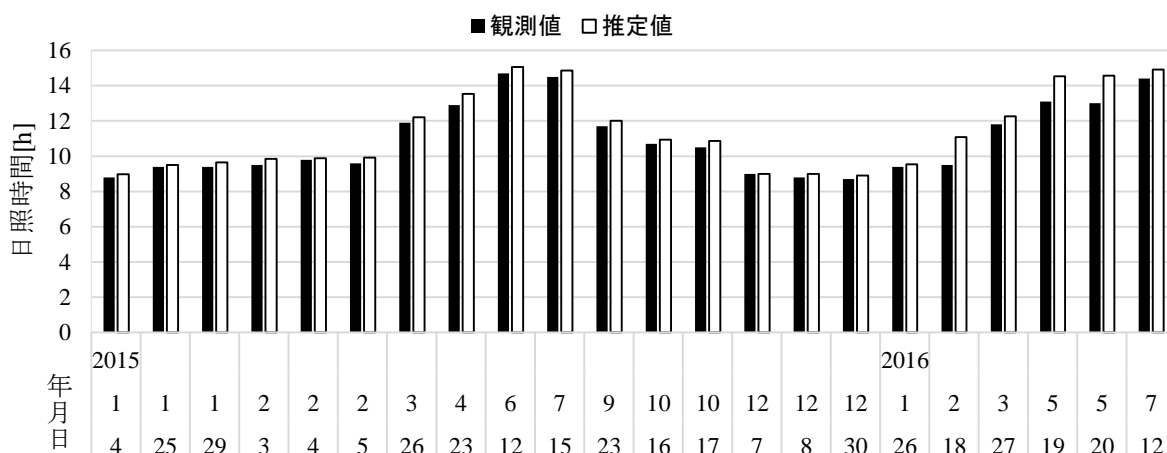


図 10.日照時間の観測値と推定値の比較