

送電線下を確認するための観測システムの検討

送電線の保守効率化に向けて

Efficiency Inspection System for Images of Circumstances near Transmission Lines.

For Efficient Maintenance of Transmission Lines

(電力技術研究所 流通G 送変電T)

送電設備の巡視を効率化するデジタル画像解析手法を検討した。鉄塔にカメラを設置し、送電線下付近を撮影した写真に画像処理を施すことで、設備に影響を与えかねない工事の有無などの確認を効率的に行うことができる。

(Transmission and Substation Team, Power System Group, Electric Power Research and Development Center)

We investigate a digital image analysis technique to improve the efficiency of the monitoring of transmission lines. By installing cameras on transmission towers and performing image processing of the images near transmission lines, it is possible to confirm the status of the construction work near transmission lines.

1 背景・目的

送電保守業務では、定期的を送電線の巡視を行っている。巡視の目的の一つに、クレーン車等の重機が送電線に接近することで発生する電気事故の防止があり、線下付近で行われる開発案件を初期段階（土地造成、測量、伐採等）で発見するように努めている。巡視業務の課題として、お客さま起因により突発的に発生する工事があるため、高頻度で巡視を実施する必要があることが挙げられる。一方、当社では安定供給の維持を図りつつ、現場出向回数を低減するなど保守業務の効率化が求められる。そこで本研究では、保守効率化（巡視回数低減）を目的とし、デジタル画像解析技術を用いた送電線下観測システムを検討した⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。

2 送電線下画像のデジタル解析技術

郊外の鉄塔に一眼レフカメラを設置し、8時～18時の間を1日分として1時間ごとに送電線下を撮影した。撮影した画像データから検出対象を正確かつ効率的に把握する方法を検討した。

(1) 検出対象の定義

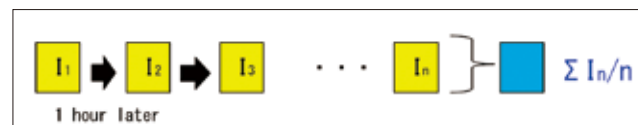
本研究では、送電線下付近で行われる工事を初期段階で発見することを目標としており、検出対象は土地造成、測量、伐採など多様である。また数十～数百十m程度離れた場所に設置したカメラの画像から、対象を検出しなければならないため、正確なパターン認識が必要とされる画像認識技術の適用は難しい。そこで今回の検出対象は、「人や重機などが動いたときに発生する画素値の変化」とした。

(2) 集約画像の作成

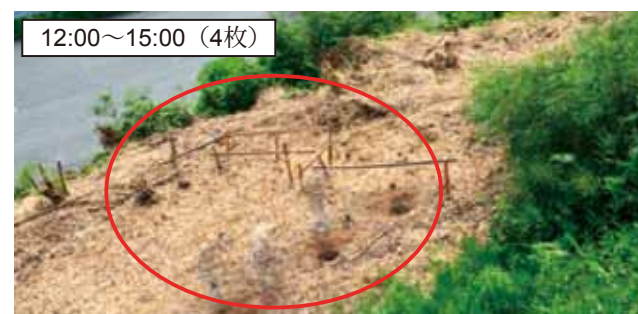
送電線下観測システムを適用した場合、確認する画像の枚数を減らすことができれば業務効率化に繋がる。そこで以下では、複数枚の画像を集約することについて検討した。

(a) 単純積算

単純積算の手法では、1時間ごとに撮影した画像を積算し、集約枚数の値で除して画像を作成する（第1図）。第2図は送電線下に太陽光パネルを設置する工事の単純積算画像（画像枚数4枚）であり、作業の様子が確認できる。本手法では、6枚以上の積算では作業を確認することはできなかった。これは、集約枚数の値で除して画像を作成しているため、積算する枚数が増えると作業が写っている画像の重みが相対的に小さくなるためである。



第1図 単純積算による集約画像取得法

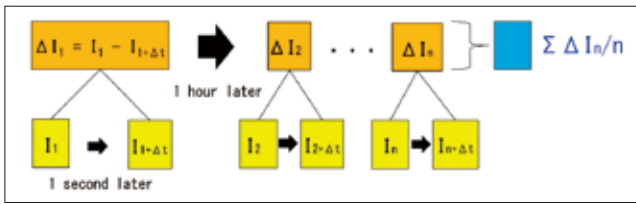


第2図 単純積算による集約画像

(b) 差分画像の積算

単純積算の手法では、集約できる画像枚数が5枚程度であるため、1日を三分割に分けて集約画像を作成し、作業の有無を確認する必要があった。そこで集約枚数を増やすため、画像の変化に注目した手法を検討した。本手法では、1時間ごとに1秒間隔で2枚連射撮影した画像を用いている。ここで、画像上の画素の位置 (x, y) における輝度値を $I_t(x, y)$ とする。また、1秒間隔で連続して撮影した2枚の画像の輝度値の差分を $\Delta I_t(x, y)$ とする（第3図）。人が作業で動いている場合、人が動いた画素（1秒の間に変化があった画素）のみ $\Delta I_t(x, y)$ として表れ、逆に全く変化の無い（人の動きがない）画素では、

$\Delta I_i(x, y)$ はほぼ0となる。第4図は一日分(8時~18時の11枚)を集約したものである。作業中の画像は11枚の中で1枚であるが、作業者の様子が確認可能である。



第3図 差分画像の積算による集約画像取得法



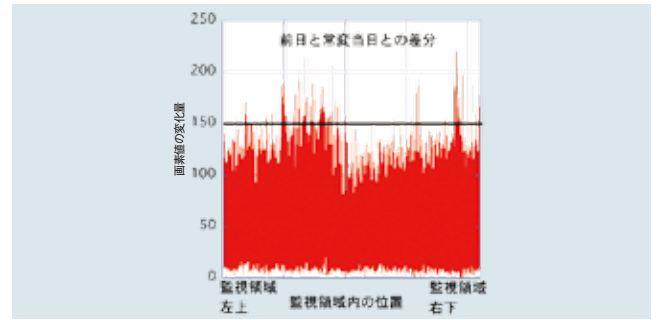
第4図 差分画像の積算による集約画像

(3) 変化の発生した画像の自動検出

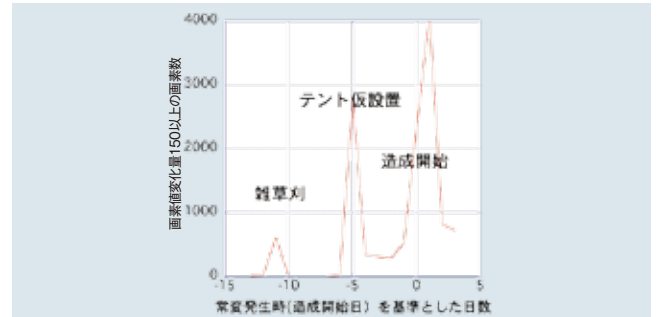
画像上で送電線下にあたる範囲に領域を設定し、その領域内で変化量が大きい画素値(画像を構成する最小要素で色調を256階調で表現したもの)の数量から、変化を自動検出することについて検討した。第5図は倉庫建設工事の初期段階を撮影した画像であり、画像中に黒で囲った範囲に領域を設定し、領域内の画素値を図中のグラフのように一次元化した。第6図は作業が発生した日の前後で、一次元化した画素値の差分をとったものである。画素値の変化量は作業が発生した日の前後で大きく、作業のない日では小さくなった。今回、画素値の変化量のしきい値を150に設定し、その値を超えた画素数を日単位で数えると、作業の有無で明確な差があることが確認できた(第7図)。以上のように、画素値変化量のしきい値を適切に設定することで、領域内の画像の変化を数値化し、画像変化を自動検出する手法を考案した。



第5図 画素値の一次元化方法



第6図 一次元化した画素値



第7図 しきい値以上の画素数の日変化

3 送電線下観測システムの将来展望

将来的には、取得した送電線下の画像を一定間隔で管理箇所に伝送することを想定しており、伝送された画像に画像処理を施し、数日分の情報をまとめた画像を作成することで、効率的に送電線下周辺の変化の有無を判定する(第8図)。



第8図 送電線下観測システム

4 まとめ

送電線下観測システムにより取得した画像から、送電線下の開発行為を初期段階で自動検出する手法を考案した。本研究は現在も継続中であり、現場適用を目指して様々なケースで本手法の適用可否について検討を行っている。なお、本研究の一部は(一財)電力中央研究所殿にて実施した。

参考文献

- (1) 佐々木 英二, 石野 隆一, 中島 慶人, 篠原 靖志: 「送電線下状況を画像から効率的に目視確認する手法の検討」, 電気学会全国大会, 7_082, 2015
- (2) 石野 隆一, 佐々木 英二, 中司 賢一, 中島 慶人, 篠原 靖志: 「効率的な送電線下の状況確認のための線下画像の集約手法」, 電気学会C部門大会, G8_4, 2015.
- (3) 佐々木 英二, 中司 賢一, 清水 雅仁, 石野 隆一, 中島 慶人, 篠原 靖志: 「送電線下状況を効率的に確認するための観測システムの検討」, 電気学会全国大会, 7_116, 2016



現所属: 岐阜支店技術部
送電グループ
執筆者/ 佐々木英二