A205

風車バードストライク問題における空港鳥観測技術の応用可能性

Applicability of Airport Bird Strike Prevention Technology to Wind Farms

○正 村井 祐一 (北 大)
正 武田 靖 (東工大)

学 武島 幸太郎 (北 大)

Yuichi MURAI, Faculty of Engineering, Hokkaido University, N13W8, Kita-ku, Sapporo

Kotaro TAKESHIMA, Graduated Sch. of Engineering, Hokkaido University, N13W8, Kita-ku, Sapporo

Yasushi TAKEDA, Tokyo Institute of Technology, 2-12-1, Ookayama, Meguro-ku, Tokyo

Rapid spread of wind power, which takes 10 times multiplication per decade after 1980, prompts opponents for serious environmental impacts; sound noise with broad spectrum from high-speed rotating blades, and bird strike events especially for raptorial. The latter problem can be solved when bird entrance to rotating circle of wind turbine is alerted to stop the rotation before the strike. In some wind farms, the alert is made by bird watcher employed. However, accuracy and economic performance are limited. We have developed a image-sensing base automatic bird detector which is applicable to airport for prevention from airplane bird strike damages. In this report, we discuss the applicability of the same technology to wind farm bird strike problem. Since high-resolution high-speed processing is required to realize on-time alert, an algorithm of reduced computational load is proposed, named frame-differential imaging technique. Through a variety of test image processing in different locations, we have confirmed that the technique keeps the fundamental function.

Key Words: Wind power, Bird strike, Image processing, Automatic sensing, Airport

1. はじめに

鳥と人間の「戦い」は、ゴミステーションのカラス被害や都市環境のハト糞害など、市民生活で毎日のように登場する話題である。しかしそれらはまだ双方の生死には係わらない。これに対して、米国 UA 機のハドソン川墜落事故で知られるように鳥の巻き込みによる航空機エンジン故障は深刻である。航空機バードストライクは米国で年間 6000 件、日本でも年間 1000 件以上が報告されている。著者らは 4 年前から空港近傍の鳥検出システムの開発を行ってきた。そこでの技術は遠距離検知用のレーダーが主役で、それに近距離・低高度用の画像処理検知を組み合わせたものである。システム開発の大きな目的は、航空機離着陸時の警告機能の確立と、空港バードパトロール隊の労働負担軽減にあるが、それ以外にも副次的効果として空港周辺の鳥の種類と生息数や生態のデータベースが構築されることも挙げられる。このような鳥検知・データ収集システムをウインドファームの野鳥保護対策に流用するとき、どのような問題が発生するだろうか。本報ではこれについて検討する。

2. 風車のバードストライク問題

風車のバードストライク問題は、航空機の場合とは性質が異なる。まず一つには、風車ブレード損傷を回避すること以上に、野鳥の命を守ることに主眼が置かれる。陸上風車に好適な地理が、大型鳥類、とくに猛禽類の生息地理に重なることが多いためである。また、実際の衝突数がどの程度か、まだ定かでないことが指摘される。ウインドファームで死んでいる鳥がブレードとの衝突によるものなのか、その頻度が非常に少ないゆえ統計データの収集には至っていない。ただ、北海道の場合、少なくとも年間 2~3 件、タカやワシの衝突死の発見が報道されている。著者のうち村井は、日曜日の朝、あるウインドファームを訪れ、一羽のトビが分断され 50m 以内に 3 か所に落下していたのを発見した (Fig.1)。鮮血のままで、上空には 1 時間以上、もう

一羽のトビが旋回していた。つがいで飛行中、ブレード回転面内に進入したことが想像できる。しかし、この経験だけで、空港と同様なレーダー設備が必要と思うには至らない。レーダー設置には 1 億円単位の経費がかさみ、対費用効果で見込めないためである。そこで 2 km 以内の近距離検知に限定すれば、画像検知式が有用となると考えた。

Fig. 1. A dead kite split to three parts found in a wind farm

3. 鳥の画像検知システム

画像から鳥を検知する方法には複雑化を許せば多数の方法が候補に挙がる。このうち高解像度でリアルタイム処理が可能なのは、演算負荷が小さいものに限られる。著者らは連続する 2 つのフレームの輝度差から動体を検出し、そのうち鳥だけを取り出す時間差分法を提案した。Fig. 2 は国交省の協力で実施した新千歳空港における鳥検知試験の結果の一例である。空中の鳥は検知し易いが、地平線より下方では構造物や森などが動体として誤検知されるので、これをノイズとして除去するという二段構えの処理となっている。検知可能な距離は、レンズや撮像素子性能によるが、20 cm 以上の鳥ならば 1500 m までは検知できるよう設計している。また、カメラを 2 台以上配置すればステレオ

検知が可能となり、北海道大学農場を試験場として 500 m スケールの 7 面体空間での 3 次元鳥検知に成功している。

Fig. 2. Bird detection by frame-differential imaging at airport

4. 巡回式の鳥サーチシステム

全方位にわたり鳥を見落とさずに検知するには 1 つのカメラを巡回させて時間差分を適用する。視軸を水平に巡回するとき、多様な時間差分の適用が考えられる。Fig. 3 の(a)は巡回周期での時間差分、(b)は連続 2 時刻間での時間差分である。画面内の動きが遅い鳥は(a)により、速い鳥は(b)で検知されることとなる。Fig. 4 は巡回カメラ映像を時間累積して得たパノラマ画像を時間差分した例である。

Fig. 3. Differential imaging for periodic turning camera

Fig. 4. Panoramic expansion and its differential image

以上の方法は風車まわりの 2 km 以下の広域空間での鳥検知にも適用できる。このとき鳥検知性能を左右する最大の問題は、自然背景における樹木や電線などの揺れ、陽炎作用による建物の輪郭の揺れによる画像上の動体の除去である。著者らは時間差分画像の統計値から鳥のみを選択して検知するアルゴリズムを開発した。Fig. 5 はその試験例である。森や建物の輪郭は定在的である性質を利用して、(a)の原画像から(d)のような鳥のみを撮像するカメラを完成させることに成功した。

(a) Original (b) differential (c) background (d) bird only

Fig. 5. Bird-only detection from original image

5. まとめ

風力発電の普及は 10 年に 10 倍のペースにあり、我が国の電力生産の主軸に割り込むべく、過去にない本格的な開発競争に入った。このうち風車バードストライク問題は騒音と並んで風力普及を妨げる 2 大環境問題を構成している。希少種の野鳥を保護することは、人工物である風車と周囲の豊かな自然との共生のうえで欠かせない努力である。著者らは空港でのバードストライク対策技術の開発経験を、風車に活かすことを考えた。ただし空港と風車では、鳥検知システム開発への対費用効果は大きく異なる。特に鳥検知の目的が、人と鳥のどちらの命を守るかで性質を異とするためである。また、同じ発電でも風車 1 基に野鳥監視員 1 名を配備するような人件費は到底確保できない。例えば 1MW あたり 1 名の配備は、原発では一基で 100 名の津波監視員の配備を行うことに相当するためである。従って経済性の観点からではなく、長期的な自然保護の義務から配備し、なおかつ、それを無人化させることが必要となる。風車と空港のバードストライクはいずれも 300 m 以下の低高度が中心である。そこで空港バードストライク対策のうち近距離用の画像処理式の鳥検知システムの技術をウインドファームに適用することができる。この技術開発では、①自然背景から鳥だけを撮像すること、②鳥の追跡から警告の判定と信号出力を行うこと、ならびに③鳥種の自動識別とデータベース構築機能が重要となる。現段階では①に専念して開発中であり、本報では時間差分による鳥検知の事例について著者らによる試験結果を紹介した。今後は②と③について検討し、基本設計に入る予定である。

参考文献

- (1) Degrieck, J., et al., Optical measurement of target displacement and velocity in bird strike simulation experiments, Meas. Sci. Tech., **14** (2003), 1-6.
- (2) Murai, Y., et al., Particle tracking velocimetry applied for fireworks - A demonstration of vector field measurement in hundreds meter space, J. Visualization, **11** (2008), 63-70.
- (3) 神田哲志ら, ステレオ撮影を用いた鳥の 3 次元軌跡計測システムの開発, 機論 B1, **75** (2009), 561-563.
- (4) 村井祐一ら, 応用ステレオ PTV による大気中の飛翔体の 3 次元計測, 可視化情報 Supple.1 (2009), 371-372.