

## 電気自動車と電気ヘリコプターが連携する災害地モニタリングシステムの開発

斎藤 卓也・間瀬 憲一

### 1. はじめに

大規模災害発生時には現場の状況をいち早く把握することが災害救助では非常に重要である。この目的のために従来研究ではセンサネットワークを用いた定点観測型モニタリングシステムが提案されている。しかしこれではカメラが設置されている周辺しか見ることができない。そこで自動車にカメラや様々なセンサ、ネットワーク機器を装備したものが提案されている。これは災害現場を自由に移動してモニタリングすることが可能ではあるが、車から見える範囲や人が行くことができる範囲しかモニタリングすることができない。一方、ラジコン飛行機を用いて上空から災害現場を広範囲にモニタリングすることも提案されているが、ラジコン飛行機はバッテリーが10数分程度しか持たず、広範囲を移動できないため、遠方から災害現場を広範囲にモニタリングすることができない。

そこで我々は電気自動車（EV）と電気ヘリコプター（EH）とを連携させることにより、EVによる広範囲移動性とEHによる上空からの広範囲モニタリング性、そしてEHのバッテリーをEVから充電することによる長時間モニタリング性を実現する、被災地モニタリングシステムを提案した。電気ヘリコプターは操縦により飛行するだけでなく、コンピュータ制御により自動で上空へ飛び立ち周囲をカメラでモニタリングしたり、走行している電気自動車を自動追尾することにより、運転しながら自動でモニタリングをしたりするシステムを提案している。さらに大規模災害により通信インフラが破壊され、モニタリングにより収集したデータが災害対策本部へ届けられないときには、電気ヘリコプターがデータを所持し、通信可能地点まで飛び、データを送り届けることも提案している。

### 2. ハードウェア及びソフトウェア開発

被災地モニタリングシステムを実現するために、電気自動車と電気ヘリコプターが必要になる。電気自動車としては、市販車をベースに電気自動車に改造した災害・復興科学研究所の電気自動車と、トヨタ車体社製の超小型車COMSを2台導入した。

本システムを実現する電気ヘリコプターには、コンピュータ制御により電気自動車の自動追尾飛行を行うなど、非常に高度なものが要求される。そのため、この要求に近い形で応じられるParrot社製AR.Drone 2.0を導入した。AR.Drone 2.0の外観を図1（左）に示す。AR.Drone 2.0はコンピュータと無線LANによるアドホック接続によりコンピュータから飛行指示を与えることが可能である。さらにAR.Drone 2.0をコンピュータから制御することにより、自動飛行を実現するための災害地モニタリングソフトウェアを開発した。開発したソフトウェアでは、簡単な操縦による安定飛行を実現し、AR.Droneに内蔵されている様々なセンサから取得した飛行データを受信し、搭載カメラからの映像を画像解析する機能を有している。将来は画像解析や各種センサから得られたデータをもとに自動飛行を行わせる計画である。AR.DroneはEH本体にプログラムすることができないため、我々の要求を全て応え

られない。そこでDJI社製の自作マルチロータ機用フレームキットにオートパイロット装置DJI WooKongを組合せ、ヘリの操縦を簡単に行うことができる6翼マルチロータ機を導入した。6翼マルチロータ機の外観を図1（右）に示す。

### 3. 主な成果

AR.Drone災害地モニタリングソフトウェアを開発し、AR.Droneの飛行性能の測定を行い、また内蔵センサの情報から実際の飛行データ取得を行った。取得したピッチ角度変化データを図2に示す。この飛行データは、飛行性能測定やコンピュータによる自動操縦に利用される。さらに搭載カメラからの動画取得及びOpenCVを用いたリアルタイム画像解析を実現した。AR.Droneから取得したカメラ画像をリアルタイムでOpenCVにより顔画像認識し、各種飛行パラメータを表示する実験映像を図3に示す。また、6翼マルチロータ機では、最高速度、最高高度等の様々な飛行性能の取得を行った。飛行性能を表1に示す。以上より6翼マルチロータ機は我々の想定している被災地モニタリングシステムを構成するために十分な性能を有していることを確認した。

### 4. まとめ

AR.Drone災害地モニタリングソフトウェアはほぼ完成している。今後は通信が不安定になった時の処理の追加や、PS3ゲームコントローラによる簡単操縦システムの開発、コンピュータによる自動モニタリングやEV自動追尾飛行などの実現に向けて開発を進めてゆく計画である。6翼マルチロータ機は、EH本体にRaspberry PiやNUCなどの超小型コンピュータを搭載することにより、現在のプロポによる操縦から無線LAN経由でのコンピュータによる自動操縦や、カメラからの画像データの送信システムの開発を進めてゆく計画である。

表1 ヘリコプター性能測定結果

測定項目	AR.Drone	6翼マルチロータ機
最高速度	20km/h	50km/h
最高高度	65m	250m以上
ペイロード	140g	1000g
飛行時間	10分	16分



図1 AR.Drone(左)と6翼マルチロータ機(右)

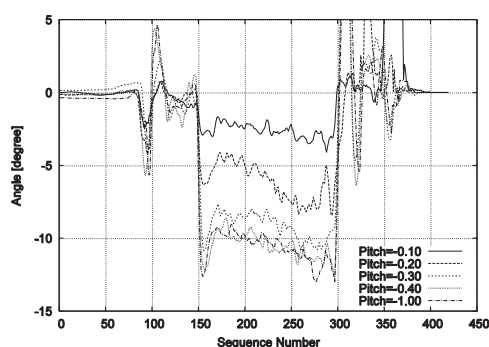


図2 AR.Drone飛行データ



図3 OpenCV画像解析による顔画像認識