

# 災害時探索用無人航空機に用いるアンテナの開発

曾根 諒† 植田 健太 ‡<sup>1</sup> 神戸 英利 ‡<sup>2</sup>

東京電機大学大学院 理工学研究科

## 1. はじめに

現在、災害時の被害状況を確認する手段として UAV(無人航空機)が挙げられる。主な UAV として気球、飛行船、カイト、RC 飛行機、マルチコプター等がある。それらの UAV 運用において最も大きな課題となっている航続時間に着目し研究テーマとした。

本研究では、従来の UAV の課題であった航続時間を改善した新たな UAV の設計・開発を行い、災害時の被害状況を上空から確認するための通信のシステムを構築する。安価かつ安全で省エネルギーの UAV を開発することで、個人や小規模の地方自治体でも運用が可能になり、より多くの人々に災害情報を伝えられるようにする。72 時間を境に災害で救出を待つ人たちの生存率が急激に低下する。そのために迅速な救助を進めるため、その UAV から送る災害情報は画像情報とし、Google Maps と連携させることにより、迅速に詳細な災害情報を得られるようにする事を目的とする。

## 2. 関連技術

[1]ではフレキシブル基板を用いたアンテナの解析を行っている。今回は、その解析結果を主にアンテナの設計を行う。

通信路による減衰を解析するため、ns3 というシミュレーションソフトを用いる。ns3 では物理層からアプリケーション層までの通信のシミュレーションが可能である。

## 3. 関連研究

株式会社スカイリモートが経済産業省の助成金を受け、開発したカイトプレーンがある。これはエンジン飛行機とカイトを組み合わせた UAV である。特徴は GPS や高度・方位などのセンサとマイコンを搭載し、飛行前にプログラミングした経路を自動巡航するというものである。さらにカイトの帆があることにより 2~3 時間程度の長時間巡航が可能となっている。課題としては離陸・着陸時に人による操縦が必要であることと、エンジン動力を用いているため長時間の上空滞在が困難である事が挙げられる。

## 4. 研究内容

### 4.1 提案手法

本研究では、まずカイトプレーンの問題点として挙げた手動離着陸と上空滞在時間を改善するため、省エネルギーかつ運用が容易な UAV を用いた上空からの撮影システムを提案する。

また、従来の UAV は、撮影した映像と位置情報の関連付けが成されていなかった。本研究では Raspberry Pi 上に住所データベースを形成し、緯度・経度データを用いて UAV 直下の住所を検索し、端末へ通知するとともに、インターネット通信可能な場合には Google Maps と連携して、より詳細な情報を得ることができるシステムを構築する。

### 4.2 システム概要

本システムは、UAV に搭載された制御用マイコン(mbed)と通信用マイコン(Raspberry Pi)及び、ジャイロ・風速・高度センサおよびカメラモジュールから構成される。動作としてはジャイロ・風速データを制御用マイコンが処理し UAV を自律制御させる。また、GPS・高度データ・カメラ画像は情報として地上端末に Wi-Fi 経由で送信し、Web ブラウザ上から撮影画像・地図・高度・緯度経度・撮影時間を確認する(図 2)。GPS データを処理し Web ブラウザによる空撮画像・高度・緯度・住所の表示と Google Maps との連携までを行う。また、4G LTE 網が使用不可の場合を想定し GPS データによる内部データベースによる住所探索を行う。

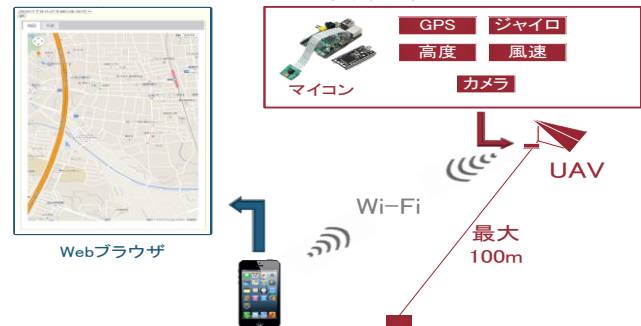


図 1. 全体システム図

## 5. 実装

### 5.1 住所検索システム

位置参照情報ダウンロードサービス[4]より住所と緯度経度データを機体に搭載する Raspberry Pi 内のデータベースに登録をした。鳩山町での登録件数は約 2500 件であった。全国の場合市町村が 1700 前後あるため全

Development of the antenna used in the event of a disaster search for unmanned aircraft

† Sone Ryo Tokyo Denki University

‡<sup>1</sup> Ueda Kenta Tokyo Denki University

‡<sup>2</sup> Hidetoshi Kambe Denki University

国ではなく地域のデータを登録した。今回は鳩山町のみ  
のデータを登録した。jQuery でパラメータを設定し  
PHP にリクエストを GET で送信する。PHP スクリプト  
で SQL 文を発行したのち、登録データから緯度経度を計  
算し、登録された地点から一番近い距離の計算し(リス  
ト 1)結果を返した。それを、json で受け取り jQuery を  
使い html 上に結果を表示した(図 3)。

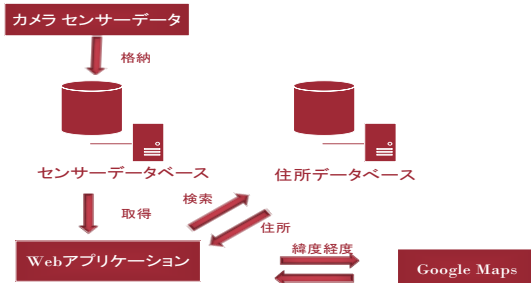


図 2. 通信システム



図 3 住所検索結果

リスト 1 登録地点と GPS 結果間距離測定の SQL

```
select((ACOS(SIN(139.372*PI()/180)*SIN(LA
T*PI()/180)+COS(139.372*PI()/180)*COS(LA
T*PI()/180)*COS((35.9863-
LON)*PI()/180))*180/PI()*60*1.1515)AS
distance,city,area,number FROM
data.address ORDERBY distance LIMIT 1
```

## 5.2 無線通信システム

### 5.2.1 アンテナ設計

軽量化を図るためフレキシブルなポリアミド基盤を用  
いパッチアンテナパッチアンテナの設計を行った(図  
4)。

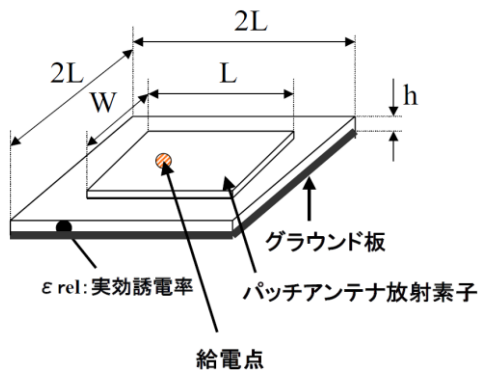


図 4 平面パッチアンテナの設計

パッチアンテナは指向性があるため、無指向性アンテ  
ナよりも利得が大きい。設計するにあたって、比誘電比

率 $\epsilon_r$ から実行誘電比率 $\epsilon_{rel}$ を下記の実験式から求めた。P  
ポリアミド基板の誘電比率は 3.5 である。

$$W/h > 1 \text{ のとき}$$

$$\epsilon_{rel} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h}{W}}} + 0.04 \left(1 - \frac{W}{h}\right)^2 \right\}$$

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_{rel}}} \times \ln \left( 8 \times \frac{h}{W} + 0.25 \times \frac{W}{h} \right)$$

周波数  $f=2.4\text{GHz}$  で  $h=1\text{mm}$  で  $t=18\mu\text{m}$  となる。

### 5.2.2 伝搬シミュレーション

ワイヤードネットワークと異なりワイヤレスネットワ  
ークシミュレーションでは、ノイズが大きいので、シミ  
ュレーションするにあたりどのモデルを使用するかが非  
常に重要である。今回は電波伝搬損失モデルと電波伝搬  
遅延モデルを用いた。今回は、通信の距離が非常に長い  
ため対数距離電波損失モデル(log distance propagation  
loss model)を用いた。対数距離電波損失モデルでは、指  
数、基準損失、距離を指定する。

それらを元にシミュレーションを行った。

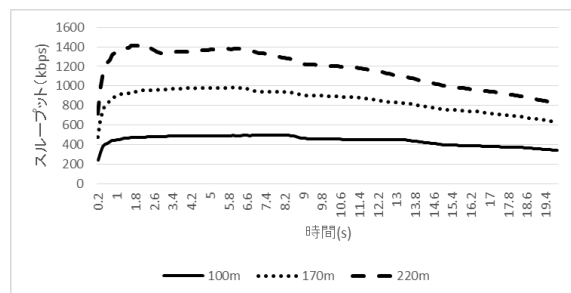


図 5 スループットと距離の関係

シミュレーションの結果、距離が遠くなるにつれてス  
ループットが低下していることが解る。実際は 100m 程  
度を想定する。

## 6. まとめと今後の課題

今回は、住所検索システム及び、パッチアンテナの設  
計、距離とスループットの関係を示した。今後は、通信  
用に指向性アンテナとして小型で軽量の平面パッチアン  
テナを製作する。フレキシブルであるポリイミド基板の電  
磁界シミュレータを用い解析する。ns3 を用い利得によ  
る最大の距離の解析を行う。

### 参考文献

- [1] CANO BARRERA Camilo Antonio: "FLEXIBLE MICROSTRIP ANTENNAS", 2013 Proc SPIE Vol. 8725, 8730 Page. 873009.1-873009.12
- [2] トランジスタ技術編集部: "RF-World No.14", 2011 CQ 出版
- [3] 銭飛 "NS3 によるネットワークシミュレーション" 2014 森北出版
- [4] 国土交通省: 位置参照情報ダウンロードサービス [http://nlftp.mlit.go.jp/cgi-bin/isy/dls/\\_choose\\_method.cgi](http://nlftp.mlit.go.jp/cgi-bin/isy/dls/_choose_method.cgi) (2015 1/10 アクセス)