

UAV を用いた 920MHz 帯無線機の通信測位実証試験 その(2)

－ 双方向無線センサデータ収集システムの開発 －

PHM フェロー会員 ○高田知典、茨城工業高等専門学校 正会員 岡本 修
(株)テスコム 佐藤隆秀 永井一郎、(有)テクノフラッシュ 車田茂美
中電技術コンサルタント(株) 正会員 荒木義則、ルーチェサーチ(株) 渡辺 豊

1. はじめに

UAV を用いた 920MHz 帯無線機の通信測位実証試験その(1)(無線機の検証)の続編として、UAV を中継局として 920MHz 帯無線センサ端末データを収集するための通信実証試験を行った。

本稿では、土木構造物の点検作業や法面監視を効率的にしかも安全に行うことを目的として、遠隔にセンサデータの収集を行うための「UAV を用いた双方向無線センサデータ収集システム」を開発したので報告する。

2. 双方向無線データ収集システム

法面などの点検作業では、現地の状況を確認するために高所や遠隔地まで近づく必要があったり、計測点やセンサの探索に時間を要する場合もある。ネットワーク型の自動計測システムでは設備が大掛かりとなり初期費用・運用費用がかかり、簡単に導入できるとは言い難いのが現状である。

本システムは、小型の無線センサ端末で構造物の状況を計測、保存でき、そのデータを送受信装置で現地に近づくことなく遠隔にセンサを探索、データを収集する。センサ端末は 5 年の長期の稼働が可能であり電池交換などのメンテナンス作業を軽減できる。送受信装置は、軽量でかつ USB で電源供給が可能のため、車や UAV などに搭載し移動しながらのデータ収集も可能となる。今回、試験システムは、UAV、無線センサ端末と双方向送受信装置と PC から構成される。送受信装置からのポーリングにより、通信可能エリア内に有る端末を探索し、センサ端末に記録されたセンサデータを無線で収集する。

3. 機器の構成とデータ収集

(1)920MHz 帯無線センサ端末

センサ端末は、CPU、メモリ、半導体センサ、通信モジュールを一つの基板に統合し、アンテナ、電池と一体化した構造となっている。半導体センサは、温度センサ、3 軸重力加速センサ(計測範囲±3G)を搭載

している。形状は、100×60×18mm 重さ 220g で小型・軽量で、電源は、DC3.0V リチウム電池(4800mAh) 2 個で稼働する。周波数は、920MHz 帯(10mW)で「ARIB STD-T108」標準規格に準拠している。

センサ端末の主な機能を次にあげる。

- ・センシング機能：斜面の動きを角度として計測することができる。
- ・データ記録機能：端末に定期的かつ異常発生時(閾値設定)のデータを保存することができる。
- ・双方向のデータ送受信が可能である。
- ・端末は電池で駆動し、電池寿命 2 年～5 年である。

(2)双方向送受信装置

双方向送受信装置は、センサ内部のデータの収集のための装置である。センサ端末の ID、送信間隔、閾値の変更が無線で可能で、データは受信装置から USB を介して PC に通信される。

双方向送受信装置の主な仕様を次に示す。

- ・通信方式：単信通信方式、・変調方式：直接変調による 2 値 FSK、・変調速度：100kbps 以下、・電源：USB 供給、・出力ポート：USB、・重量：約 235 g ・寸法：40.5(H)×65.0(W)×105.5(D)mm

4. 通信実証試験結果

920MHz 帯センサ端末と中継局間の通信確認を、地上で固定された状態と UAV に搭載した状態で試験を行った。中継局(UAV)と基地局間の通信は、試験場所の関係で 200m 程度までとした。

4.1 地上による固定局での通信試験

(1)試験方法

無線センサ端末を徐々に受信機(親局)から遠ざけ、移動しない状態で受信機の受信電界強度を測定した。また、通信環境による影響を考慮し、429MHz(10mw、2400bps)の受信機と同時に計測を行い比較した。

- ・センサ端末は地上 0.1m、データ収集機(親機)は地上 1.5m に設置した。

- ・データ収集機（親機）を移動させて PC コマンドにより、親機が受信した電界強度と距離を記録した。
- ・回線周波数は、920MHz 帯（TFX901A）と 429.375MHz（TFX410CP）を使用した。
- ・920MHz 帯に関しては PC のログ収集コマンドで通信する全 128 個のデータの受信可否を確認した。
- ・429MHz に関しては 64 個のデータを受信表示できれば通信 OK とした。

(2)試験結果

試験結果を、表-1 に示す。通信可能距離は、920MHz 帯（送信速度 100kbps）では、垂直方向に 50m、920MHz 帯（送信速度 9600bps）では垂直方向 80m、429MHz（送信速度 2400bps）では直線で 145m を確認した。

4.2 UAV 通信試験結果

(1)UAV の仕様

質量：3.8kg、サイズ：85cm、搭載重量：3kg、飛行時間：10 分～15 分、駆動：モータ、耐風：10m/s 操縦可能範囲：1000m、航行制御方法：手動（リモコン）または自動航行

(2)送受信機の設定

UAV の航行速度は静止もしくは低速（10km/h）による。通信速度は 100kbps（UAV による高速通信が前提のため）、出力 10mW 以下、アンテナは一体型でセンサ端末は地上 30cm の高さに設置した。設定条件でのセンサデータ送受信が確認された通信距離は、センサ～中継装置（UAV）では 60m まで、中継装置～基地局では 100m 以上を確認した。



図-1 端末の設置状況

図-2 UAV (「Spider」)

5. まとめ

920MHz 帯の無線機を UAV に搭載し（中継局として）、無線センサのデータの高速送受信を確認できた。これにより危険地域や人が立ち入れない場所や遠隔地での UAV と無線によるセンサデータの収集の実用性が確認できた。試験結果より、UAV によるセンサデータ通信の課題として、「データ送信速度と送信距離」、「送信データ量と送信距離」はトレードオフの関係にあり、適

表-1 地上通信試験結果

距離(m)	920MHz帯 100kbps		920MHz帯 9600bps		429MHz 2400bps	
	電界強度 (dBuV)	通信の可否	電界強度 (dBuV)	通信の可否	電界強度 (dBuV)	通信の可否
20	34.5	○	34.5	○	37.0	○
35	22.5	○	22.5	○		
45	22.5	○	18.5	○		
50	19.0	○	16.5	○	21.0	○
55	25.5	○	22.5	○		
60	19.5	○	16.5	○	22.0	○
65	16.5	△	15.5	○		
70	22.5	○	19.0	○	19.0	○
75	17.5	○	16.5	○		
80	19.0	△	16.0	○	13.0	○
85			14.0	○		
90			11.0	○	8.0	○
95			12.0	○		
100			16.5	○	6.0	○
105			15.0	○		
110			12.0	○	7.0	○
115			11.0	○		
120			10.0	△	6.0	○
130					7.0	○
140					5.0	○
145					5.0	○
150					4.0	○
155					3.0	△
160					4.0	△

○:通信可能
△:若干の移動で通信復帰

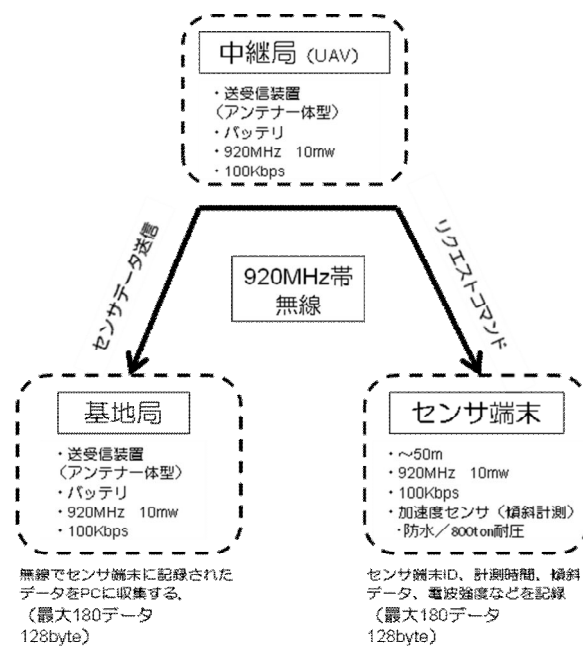


図-3 UAV 通信試験の構成

用場面や送信データ量、通信頻度によって適正な仕様の検討、センサ端末の送信距離拡大の工夫（出力アップ、アンテナ形状・分離の検討）、GPS 測位データ（RTK）との統合による用途の拡大やデータ精度の向上、UAV50km/h 以上の高速航行による通信確認などがあげられる。

今後は、現場での適用を進め、耐環境性の確認、長期間の連続使用の実施、種々のセンサとの接続、無線装置とセンサの一体化など、実用化へ向けて改良・開発を進めて行く所存である。