

MAV Tracking Using Wireless Camera Signal for Wireless Power Supply*

Mai Ishiba, Akinori Oda, Hironori Sawahara, Kimiya Komurasaki

(Department of Advanced Energy, The University of Tokyo)

Yoshihiro Arakawa

(Department of Aeronautics and Astronautics, The University of Tokyo)

Abstract

The objective of this study is to achieve wireless communication and wireless power supply simultaneously between a station on the ground and a Micro Aerial Vehicle (MAV) on the air by using microwave radiation. The creation of this wireless communication and power supply system will enable us to use a set of transmitter and receiver for both communication and power transmission. In addition, frequency band can be shared for both purposes.

In our previous study, receiving, transmitting and tracking systems have been developed separately. In the tracking system development, a 2-dimensional auto-tracking system was completed.

The concept of this system is the following. MAV fly over a disaster area for surveillance, for example. When MAV's battery becomes low, it comes to the power station for battery charge. The battery is charged by receiving the microwave beam transmitted by phased array transmitter while it is circling above the power station. Then, MAV goes back to the working area again without landing and take-off.

In this study, a small wireless camera was mounted on the MAV model and its Frequency Modulation signal was used as a pilot signal. With this system, we can expect to get not only positional information but also surrounding picture information. To realize the retro-directive auto tracking function, instantaneous phase information of the pilot signal must be analyzed during the communication. If phase of the microwave is well analyzed during the communication, power transmission and communication from the ground to a MAV will also be possible, because beam forming and beam steering are achieved by the active phased array technology.

The positional information accurately was surveyed in the cases with and without communication, that is, with and without changes in the camera pictures. In the final stage of this research, it is inevitable to integrate receiving, transmitting and tracking systems. Thus, flight demonstration will be conducted.

* Presented at the Thirteenth SPS Symposium, 28-29 October, 2010

小型飛行体への無線電力供給のためのワイヤレスカメラ映像信号を用いた追尾*

石場 舞, 小田 章徳, 澤原 弘憲, 小紫 公也

(東京大学大学院 新領域創成科学研究科 先端エネルギー工学専攻)

荒川 義博

(東京大学大学院 工学系研究科 航空宇宙工学専攻)

1. はじめに

地球環境問題が重要視されている近年においてエネルギー問題に関連して再生可能エネルギーの開発が進められてきた.その一つの取り組みとして宇宙太陽光発電衛星(SPS)システムのようなマイクロ波を用いた無線電力伝送技術の研究が積極的に行われてきた.また一方で, この技術を応用して自動車や飛行機といった輸送システムに対して無線電力伝送を行うという研究もなされている.

本研究では, 無人小型飛行体(MAV)に対してマイクロ波を用いた無線電力伝送の開発を行ってきた.そして現在ではこの電力伝送の技術にさらに通信技術を組み込む研究も行っている.本論文では本研究室における従来の追尾システムに位置情報だけでなく映像情報も取り入れた研究内容について述べる.

2. システムの概要

無線電力伝送における本研究のコンセプトを図1に示す.バッテリー残量の少なくなったMAVが充電のためにエネルギーステーション上空を旋回し, その間送電マイクロ波ビームがMAVを自動追尾して充電を行うことにより, 離着陸なしのエネルギー供給を可能としている.本研究室のシステムは地上側にある追尾システム, 送電システムとMAV側にある受電システムの3つのサブシステムから構成されている.追尾システムはMAVから発信される2.45GHzのマイクロ波パイロット信号を地上の追尾用アンテナによって受信し, 受信した信号の位相差からMAVの位置を特定している.送電システムでは, 地上に設置されているホーンアンテナから5.8GHzのマイクロ波ビームをフェーズドアレイによって位置検知したMAVにステアリングしている.最後に受電システムでは, MAVに搭載しているレクテナを用いて地上から送られてきたマイクロ波ビームを受電し, さらに受電したマイクロ波を直流へ変換し電力を得ている.

*第13回SPSシンポジウム、2010年10月28-29日に発表

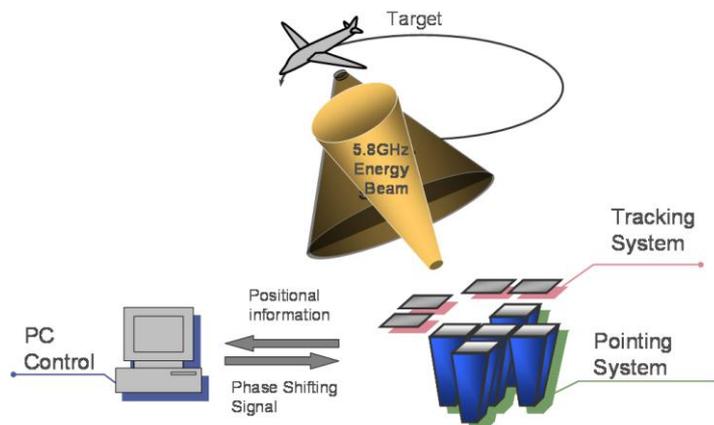


図1 MAV に対する無線電力伝送システム.

3. ワイヤレスカメラの映像信号を用いた追尾システム

前述したように、本追尾システムでは MAV から送られてきたマイクロ波パイロット信号を受信して MAV の位置を特定していた。そこで、本研究では MAV にワイヤレスカメラを搭載し、ワイヤレスカメラが映像を伝送するときに発する 2.45GHz の搬送波をパイロット信号として用いることで、MAV の位置情報だけでなくカメラによって撮影される映像情報を同時に得られるシステムを研究した。

4. 実験条件および装置

映像信号を送るワイヤレスカメラを MAV に搭載して追尾実験を行った。(図 2)
 追尾実験では、1000mm の高さにおいて MAV を吊るした棒をモーターによって回転させることで MAV の旋回を模擬して追尾実験を行った。ここで MAV の旋回半径は 100mm に設定している。MAV の裏側に搭載されたパイロット信号発信用アンテナには、MAV に対するヨール角の偏波依存性をなくするために円偏波のアンテナを使用している。
 また、地上でパイロット信号を受信するための追尾用アンテナを図 3 に示す。二次元での追尾を行うため x,y 軸それぞれ二つずつの受信アンテナを設置している。この研究では自動電力供給を前提として実験を行っているため、マイクロ波を送電するためのホーンアンテナに追尾用の受信アンテナを組み込んでいる。なお、送電時にも円偏波での送電を行うために図 3 の写真ではホーンアンテナの上にサーキュライザを設置している。

今回の実験で用いたワイヤレスカメラにはマイクが内蔵されており、搬送波には音声情報も信号にのっている。そこで、はじめにマイクがあるときとマイクを取り除いた時とで追尾結果にどのような影響がでているのかを実験し、次にカメラのレンズにカバーをかけて一定の映像信号が送られているときのマイク除去時の追尾実験を行った。

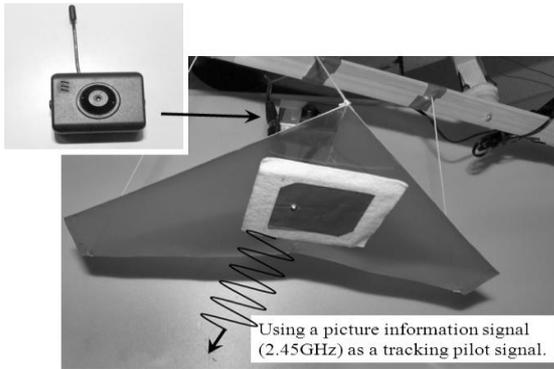


図2 追尾実験で用いた MAV の写真



図3 送電用アンテナと追尾用アンテナ

5. 実験結果および考察

図4,5,6はワイヤレスカメラから発信されたパイロット信号を追尾した結果である。

これらのグラフはそれぞれ縦軸に出力電圧、横軸に時間をとっている。

一つの搬送波に映像信号と音声信号がのっている図4の波形は、映像信号のみの図5,6の波形に比べて歪みがでている。一方、映像信号のみの波形は時間に対して出力電圧が正弦波を描いており MAV モデルの旋回状況をみることができる。

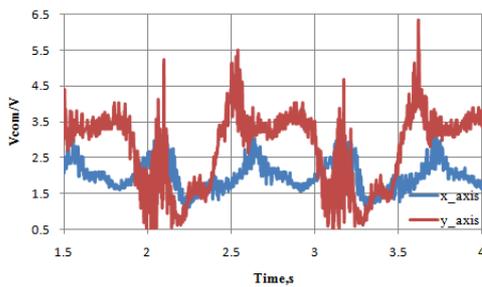


図4 映像信号と音声信号(マイクあり)

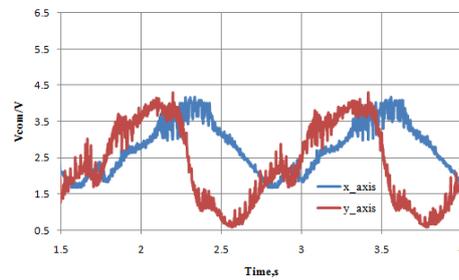


図5 映像信号のみ(マイクなし)

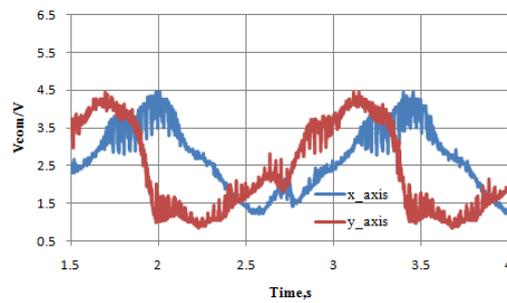


図6 一定の映像信号のみ

まとめ

映像信号のみの搬送波を用いた追尾システムが可能であることを示すことができた。

図7には図5のデータを用いて、MAVの位置を半径方向に算出した結果を示した。

旋回半径100mmを中心に振動しているが、最大で142mm、最小で45mmの位置算出結果となった。

今後は、映像信号を用いて追尾したMAVに自動でマイクロ波を送電することができるシステムを研究する。そのためには、映像信号を用いた追尾システムが送電システムとのインテグレーションに適した精度であるのかを評価及び改善していく必要がある。

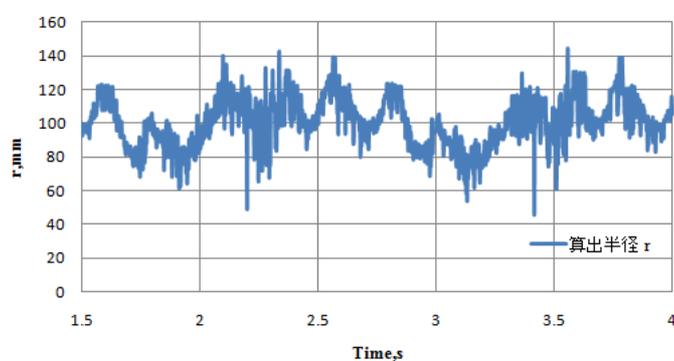


図7 半径方向における MAV の位置算出結果

参考文献

- [1] Komatsu S., Katsunaga K., Ozawa R., Komurasaki K., and Arakawa Y.: Power Transmission to a Micro Aerial Vehicle, AIAA paper 2007-1003, 2007.
- [2] Shimane E., Komatsu S., Komurasaki K., and Arakawa Y.,: Microwave power beaming to a Micro Aerial Vehicle, Proceedings of 2007 JSASS-KSAS Joint International Symposium on Aerospace Engineering, pp. 228-231
- [3] Shimane E., Komatsu S., Komurasaki K., and Arakawa Y.: A MAV Flight using Microwave Power Supply, AIAA paper 2008-1149, 2008.