

추적안테나시스템을 위한 방위각보정 알고리즘 구현

김남우* · 허창우*

*목원대학교

Tracking antenna system for the azimuth correction algorithm.

Nam-woo Kim* · Chang-Woo Hur**

*MOKWON University

E-mail : gotree94@gmail.com

요 약

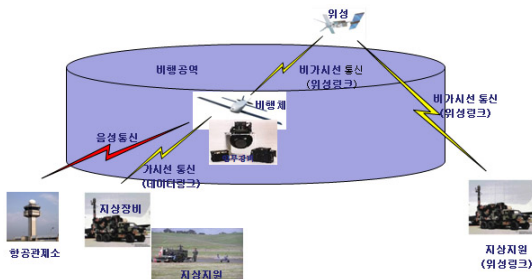
이동하는 물체와 가시선 통신링크를 유지하기 위해서는 추적안테나 시스템이 필수적이다. 방위각과 고각계산을 위해서는 이동체와 안테나시스템의 GPS값을 이용하는데, 이때 두 좌표계의 동일성을 유지하기 위해서 초기에 지자기센서나 beacon등을 이용하여 보정을 하게된다. 하지만 지형적으로 지자기교란이 생기기 쉬운 장소에서는 정확한 보정이 어렵다. 따라서 본 논문에서는 초기에 RF신호의 수신세기추적을 통해서 신호의 발생 위치를 검출하고 검출된 위치까지의 방위각 보정값을 계산하여 통신링크개설 후 수신된 GPS값에 보정값을 적용하는 추적안테나 시스템구현에 대해 기술한다.

키워드

RF, Tracking Antenna, GPS.

1. 서론

무인항공기에서 데이터링크는 운행 거리 및 운용목적에 따라서 가시선 데이터링크만을 사용하거나, 위성 데이터링크도 함께 사용한다. 가시선 데이터링크는 1차, 2차로 2개의 가시선 데이터링크로 구성되어 링크연결이 어려운 극한 상황을 대비하여 비행기의 회수율을 높이기 위해 설계가 되어 있으며, 임무통제체계 및 이착륙통제체계의 데이터링크 지상부와 비행체의 탑재부로 구분한다.



[그림1] 무인항공시스템 구성도

이 중에서 임무통제를 담당하는 지상 데이터링크부는 자동 추적안테나를 사용하여 항공기와 지

속적으로 링크를 유지하기위해 사용된다. 추적안테나는 오차 탐지 방법에 따라 모노펄스 추적, 로빙(lobing) 추적, 프로그램 추적, GPS를 이용한 추적으로 분류된다. 자동적으로 항공기를 추적하기 위한 두 개의 주된 방법은 GPS를 이용한 추적과 모노펄스 추적 방법이며 안테나 빔의 코너컬 스캔을 이용한 방법은 요즘 매우 드물게 사용되어 지고 있다.

최근 들어 무인기를 이용한 다양한 작전전개를 위해서 작전반경 안에 있는 무인기를 통해 수집된 영상 및 위치 정보를 공유하고 사용하려는 시도가 생기면서 이동이 가능한 원격터미널이 필요하게 되었고, 비행체와 가시선링크를 확보할 수 있는 추적 안테나 시스템의 개발이 필요하게 되었다.

사람이 이동할 수 있어야 하므로 크기와 무게에 제한이 있으며, 수km 이내의 비행체와의 데이터링크 연결 및 추적할 수 있는 속도를 보유하여야 한다.

적용된 방식은 이동체의 위치를 측정하여 이동체와 안테나 사이의 기하학적 위치 관계로부터 안테나의 지향각을 결정하는 방법을 GPS데이터를 사고 있는데, 일반적으로 무인항공기의 경우 비행 초기에 동일한 좌표계를 가지도록 진북을 고정하는 작업을 하게되는데, 비콘(beacon)이라

불리는 장치를 진북 위치에 미리 설치하고 안테나가 진북에 대비하여 얼마나 틀어져 있는지는 미리 알거나, 수동으로 나침반을 이용하거나, (디지털 나침반)을 이용하여 자동화를 하기도 한다.

본 논문에서는 이동방식으로 인해 비콘이나, 나침반을 통해서 초기에 좌표계를 일치시키는 작업을 할 수 없고, 산악지형이 많고 광물이 산재되어 지자기센서의 오동작 확률이 높은 국내 실정을 고려하여 초기에 RF신호의 수신세기추적을 통해서 신호의 발생 위치를 검출하고 검출된 위치까지의 방위각 보정값을 계산하여 통신링크개설 후 수신된 GPS값에 보정값을 적용하는 추적안테나 시스템구현을 통해 데이터링크를 유지하는 것을 목표로 하고 있다.

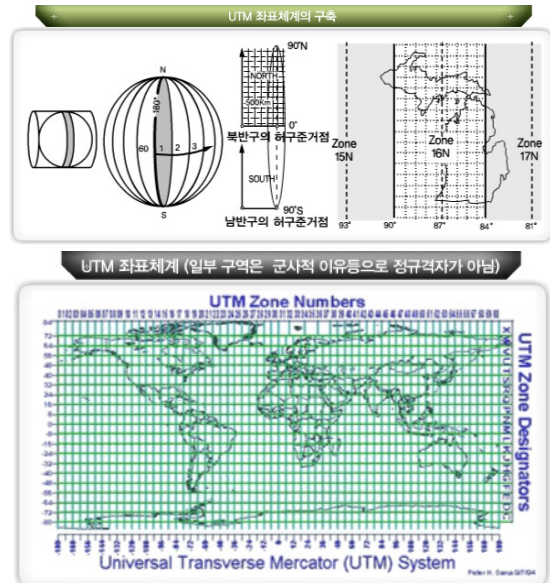


[그림2] 전파수신에 영향을 주는 환경요인

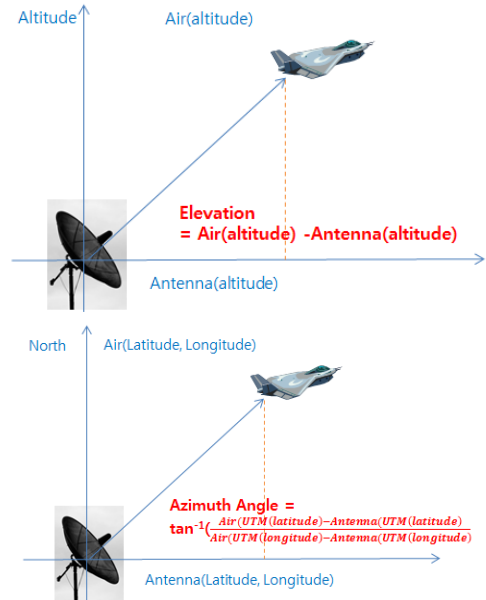
II. 본론

2.1 추적 안테나 시스템

일반적으로 이동체에 설치되는 안테나 시스템은 ACU(Antenna Control Unit), PCU(Pedestal Control Unit), SAP(Stabilized Antenna Pedestal)의 3부분으로 구성되는데 ACU는 대상 이동체의 위치와 지향각 계산하며 SAP는 안테나가 외란에 의해 지향각이 바뀌지 않도록 유지하도록 제어하며 PCU는 ACU로부터 받은 방위각과 고도각 값을 안테나 플랫폼을 제어한다. 본 논문에서는 지상에 고정되어 설치되는 추적안테나를 대상으로 하므로 SAP를 필요로 하지 않고 ACU와 PCU를 하나의 제어기로 사용하였다. 또한 본 시스템은 단순히 안테나 추적기능만을 포함하지 않고 주파수 환경에 맞는 RFU(RF Unit)과 데이터 복화가 가능한 MU(Modem Unit)함께 내장되어 있어 무인기로부터 수신되는 신호를 복호화하고 데이터를 취득할 수 있는 통합 시스템으로 구성하였다. 또한 안테나의 현재 위치를 인식하기 위해서 GPS 수신모듈을 내장하고 있다. 일반적으로 GPS는 WGS84 정위도 좌표계를 사용하고 있는데 지구의 구면에 의한 왜곡을 무시할 수 있을 정도의 범위에서 사용할 경우 직교좌표계로 변환하여 사용하는 것이 일반적이다. 본 논문에서는 그림 4에서 보는 것과 같이 수신된 GPS좌표를 UTM으로 변환하여 안테나가 설치된 지점을 중심으로 동쪽을 X, 북쪽을 Y로 놓고 지향각을 계산하였다.



[그림3] 위치계산에 사용된 좌표계

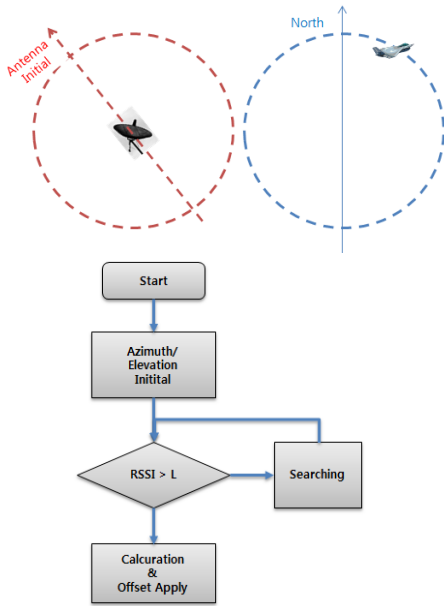


[그림4] 위치 정보를 이용한 안테나의 지향

2.2 설계된 추적 안테나의 방위각보정 알고리즘

일반적으로 GPS추적방식의 추적 안테나 시스템은 방위각 및 고도에 대하여 초기화를 진행하고, 이를 통해서 각도에 대한 제어 펄스수 및 이를 카운트하는 카운터의 값을 초기화 하는 과정을 거친 후 사용자 또는 자동으로 진북에 대한 보정값을 받아 기억하고 좌표계산시 이를 offset 형태로 반영하여 보정후 활주로에서 수차례 비행 준비 과정을 통해서 보정을 하는것이 일반적이다.

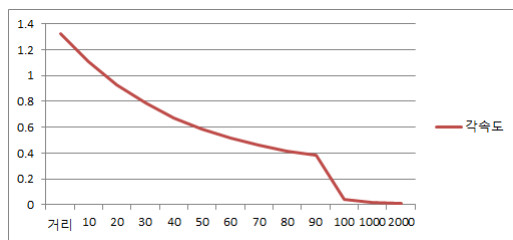
하지만 본 논문에서 제시한 추적안테나시스템은 비행이 이미 시작된 이후로 초기에 좌표계를 일치시키는 작업을 할 수 없고, 자연지형으로 인한 지자기센서의 오동작 확률로부터 자유롭지 못하다. 이미 비행체는 진북을 기준으로 움직이고 있는 상태이고, 안테나는 초기화만이 된 상태에서 RFU로 수신되는 신호의 세기를 추적하여 이를 초기화 상태를 기준으로 어느정도 이동하였을 때 최대의 수신세기가 나왔는지를 기억하여 GPS수신 데이터를 통해서 지향을 할 때 자동으로 offset에 반영하여 계산하는 방식의 알고리즘을 사용한다.



[그림5] 보정 알고리즘 및 순서도

2.3 실험 및 결과

지상실험에서 이동국으로 차량을 사용하였고, 실제 목표로 하는 무인항공기의 비행속도는 최대 40m/s로 약 144Km/h정도로 비교적 빠른 속도를 가진다. 하지만 일정거리 이상에서 안테나가 지향하면서 추적해야할 빠르기는 크게 부담이 되지 않으며, 안테나의 빔폭의 크기에 따라 더 민감도가 낮아진다.



[그림6] 거리에 따른 안테나 이동각 속도



[그림7] 안테나의 구동 및 통합 소프트웨어



[그림8] 안테나의 구동 시험장면

차량을 이용하여 실제 작전상황을 모의하여 RFU(RF Unit)의 신호세기 검출을 통한 방위각 보정값을 자동으로 계산하고 추적하는 시험을 통해서 알고리즘의 동작을 확인하였다.

III. 결론

본 논문에서는 방위각보정 알고리즘이 내장된 추적안테나 시스템을 구현하고 차량을 이용하여 실제 작전상황을 모의하여 RFU(RF Unit)의 신호세기 검출 및 수동 또는 지자기센서들을 통한 방위각 보정 없이 보정값을 자동으로 계산하고 추적하는 시험을 통해서 알고리즘의 동작을 확인하였다.