

평판안테나를 이용한 모노펄스 추적 안테나 구현

최준수* · 박춘식** · 허창우***

*파인텔레콤 · **(주)신방 · ***목원대학교

The implementation of mono-pulse tracking antenna using flat-antenna.

Jun-su Choi* · Choon-shik Park** · Chang-wu Hur***

*Pinetelecom · * SheenBang · ***Mokwon University

E-mail : vlsiman@naver.com

요 약

본 논문에서는 평판안테나를 사용한 모노펄스추적안테나 구현 방안에 대하여 제시하였다. 모노펄스 추적안테나는 4개의 평판안테나, 비교기, 추적수신기, 제어기로 구성된다. 안테나 배열에 따른 입사되는 전파의 세기 및 위상을 분석하였다 또한 추적수신기에서 출력되는 신호를 분석하여 추적가능 범위를 제시하였다.

추적수신기는 고각과 방위각 2개의 수신 경로를 하나의 수신 경로로 설계하여 2개의 경로에서 발생하는 오차를 최소화하였다. 분석 결과 추적가능 범위는 $-3^{\circ} \sim +3^{\circ}$ 이다.

키워드

모노펄스, 추적수신기, 비교기

ABSTRACT

This paper has been studied about implementation of mono-pulse tracking antenna using flat-antenna. Mono-pulse tracking antenna consists of four flat-antenna, comparators, tracking receiver, controller. We analyzed magnitude and phase of radio wave that according to antenna array. In addition, We analyzed output signal of tracking receiver so that we could present the tracking range.

Tracking receiver was designed in one path instead of two path of azimuth and elevation in order to minimize the difference occurred in two path. We had Results of $-3^{\circ} \sim +3^{\circ}$ degrees of tracking range.

키워드

Mono-pulse, Tracking Receiver, Comparator

1. 서 론

무인항공기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)에서 데이터링크는 비행체를 무인으로 운용하는데 있어 중요한 분야이다. 기술의 발전으로 대용량 원거리 통신, 높은 주파수대역이 요구되고 있으며, 이 중에서 원거리 통신을 위한 핵심 이슈는 안테나 시스템이다.

안테나는 일반적으로 근거리 통신을 위한 전방향성 안테나와 원거리 통신을 위한 방향성 안테나로 구성된다.[1] 비행체에 탑재되는 방향성 안테나는 부피 및 중량의 문제로 인하여 일반적으로 1축 구동 방식을 적용한 슬롯어레이 안테나를 사용한다. 지상은 부피 및 중량이 큰 문제가 되지 않기 때문에 2축 구동 방식과 협대역 방향성안테나를 주로 사용한다. 협대역 방향성안테나는 빔

폭이 작기 때문에 지상국과 무인기간 서로 지향할 수 있도록 해 주는 알고리즘이 필요하다[2] 일반적으로 민수용의 경우 GPS 추적 방식을 적용한 알고리즘을 적용하고 있으며 군사용의 경우 모노펄스 추적 방식과 GPS 추적방식을 혼용한 알고리즘을 사용한다

모노펄스 추적안테나를 구현하기 위해서는 방향성 안테나, 모노펄스 비교부, 추적수신부, 제어부, 구동부 등을 필요로 한다 특히 지향성 안테나와 모노펄스 비교부는 일체형으로 제작하여 적용하고 있다. 무인기에 적용하는 안테나 반사판의 경우에는 국내에서 제작 적용하고 있으며 모노펄스 비교부는 해외에서 수입에 의존하고 있다

본 논문에서는 지향성안테나와 모노펄스 비교부를 분리하여 구현하는 방안을 제시하였고 또한 이 방안에 대한 추적가능 범위를 분석하였다

II. 구현 방안

모노펄스추적안테나 시스템 구성도는 그림1과 같다. 4개의 평판안테나와 모노펄스 비교부로 구성된 지상협대역방향성안테나 & 모노펄스비교부와 RF신호를 IF 신호로 변환하기 위한 지상RF전단부, 지상협대역안테나&모노펄스비교부로부터 입력되는 ΔEI , ΔAz 신호에서 오차 값을 검출하기 위한 모노펄스 추적수신부 오차 값을 사용하여 구동부를 제어하기 위한 안테나제어부로 구성된다.

지상통합통신장치는 지상RF전단부로부터 출력되는 수신 IF에서 데이터를 복원하는 복조기와 그 반대의 역할을 하는 변조기로 구성되어 있다

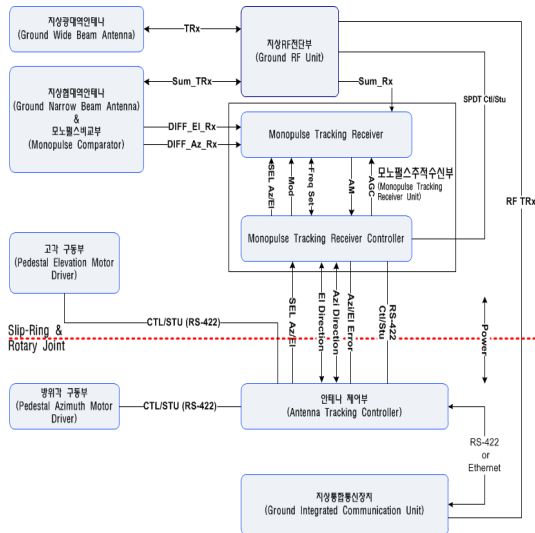


그림 1. 모노펄스추적안테나 시스템 구성도

지상협대역안테나는 평판안테나 4개를 배열하여 구성하였다. 4개의 평판안테나와 ΔEI , ΔAz ,

Sum 신호를 추출하기 위한 모노펄스 비교부가 존재한다. 그림2는 지상협대역방향성안테나 & 모노펄스비교부의 구성도이다

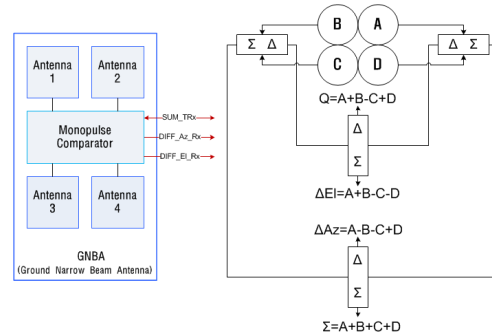


그림 2. 4개의 평판안테나를 사용한 협대역 방향성안테나 및 모노펄스비교부 구성

그림3은 평판안테나의 배치이며 배치된 형상을 기준으로 ΔEI , ΔAz , Sum 신호의 특성을 분석하였다.

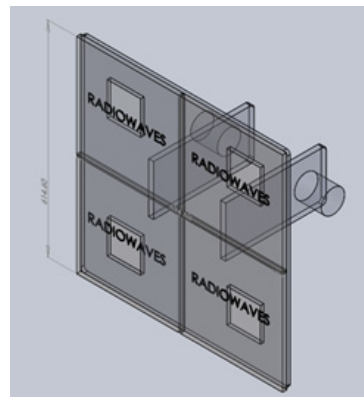


그림 3. 평판안테나 배치

모노펄스추적수신부는 지상RF전단부와 별도로 구성되며, 세부 구성도는 그림4와 같다.

모노펄스추적수신부는 모노펄스비교부로부터 입력되는 ΔEI , ΔAz 신호에서 발생하는 경로 오차를 최소화하기 위해 RF 스위치를 사용하여 선택할 수 있도록 설계하였다. 또한 수신기의 동작 영역(Dynamic Range)을 확보하기 위해 디지털 감쇄기를 적용하였다[3] 이 디지털 감쇄기는 수신신호세기에 따라 동작한다

대역통과필터(BPF)는 대역 외 잡음 신호를 제거하고, 저잡음증폭기(LNA)는 모노펄스비교부로부터 입력되는 잡음지수를 최소화하여 SNR을 확보한다. 90° Phase shifter는 ΔEI , ΔAz 신호의 위상을 조정한다. Sum 신호는 시간 축으로 변환을 하고, ΔEI , ΔAz 신호는 위상변조기(MOD)를 사용하여 0°/180°도로 변조를 한다 위상변조기를 사용함으로써 한 쪽 채널에 집중된 오차 요인을

분산하여 궁극적으로 전체 오차를 줄일 수 있다.[4]

주파수하향변환기(FDC : Frequency Down Converter)는 RF 신호를 중간주파수(IF)로 변환하고, 변환된 IF 신호는 검파기(ED : Envelope Detector)를 통과하여 오차 신호로 변환된다

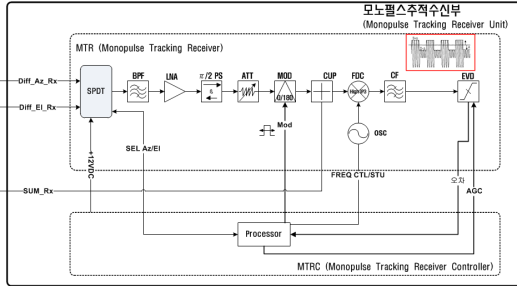


그림 4 모노펄스추적수신부 구성도

검파기를 통과하면 0도인 변조구간과 180도 변조 구간의 Envelope가 형성된다.

지향 각은 0도 변조구간에서 180도 변조구간의 크기를 뺀 값이 지향해야 할 방위각이 된다 고각은 $Sum + \Delta Az$ 을 신호를 하향 변환하여 검파하면, 지향 각은 0도 변조 구간에서 180도 변조 구간의 크기를 뺀 값이 지향해야 할 고각이 된다.[4]

III. 분석 결과

평판안테나1과 평판안테나2간의 거리 d값에 의해 입사되는 전파의 세기 및 위상은 그림[6]과 그림[7]과 같다.

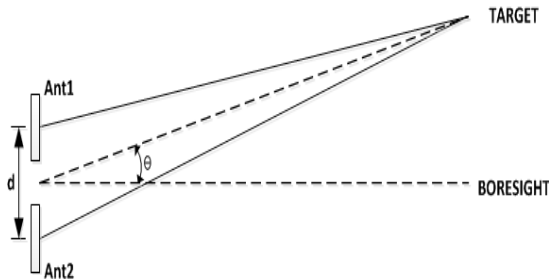


그림 5. 안테나 배치에 따른 각도 분석

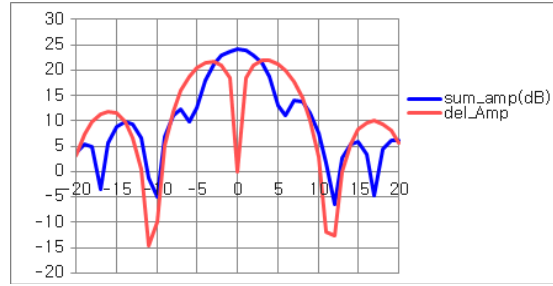


그림 6. 전파의 세기 분석 결과(d=30.7cm)

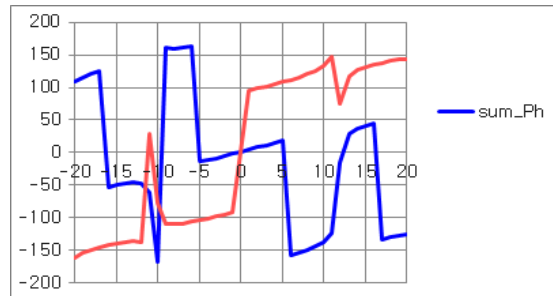


그림 7. 위상분석 결과 (d=30.7cm)

안테나에서 입사되는 신호를 분석한 결과, 평판안테나 배열로 약 -4도~+4도의 추적 범위를 생성할 수 있을 것으로 예상된다.

그림[8]은 Sum 신호와 0/180도 위상 변조한 ΔEI , ΔAz 신호를 합한 후 분석된 신호이다. 약 6dB 정도의 변별력을 갖는다

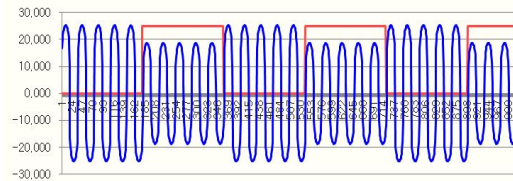


그림 8. 검파기 통과 전 신호 (Sum+ ΔEI , Sum+ ΔAz)

검파 후 0도 변조 구간과 180도 변조구간의 전력차를 분석한 결과를 그림[9]에 도시하였다. 분석 결과 -3도~+3도 추적이 가능할 것으로 예상된다.

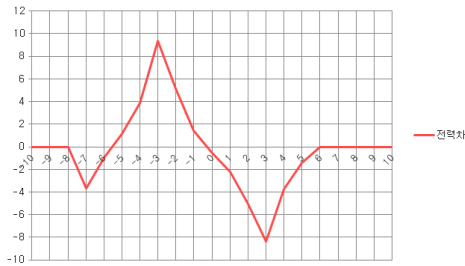


그림 9 . Sum과 ΔEI , Sum과 ΔAz 신호의 전력차

[4] 강승민 외1, “BiPhase Modulator를 이용한 진폭비교형 모노펄스 검출기의 시준각 정보 향상 기법”, 대한전자공학회 학술대회 논문집 제9권 제1호, pp.155-158, 1996년 7월.

모노펄스추적수신기를 한 개로 설계하여 ΔEI 또는 ΔAz 신호 중 하나의 신호만 Sum 신호와 위상을 조정하였다. 위상을 조정 후 ΔAz 신호만 사용하여 분석을 한 결과 추적 범위가 안테나 입사 시 결과 보다 1도 줄었지만, 제작 가능성을 확인하였다.

IV. 결 론

본 논문에서는 평판안테나를 사용한 모노펄스 추적안테나 구현 방안에 대하여 제시하였고 최적의 배열 거리(d)에 의한 전파의 세기 및 위상을 분석하였다. 또한 추적수신기에서 출력되는 신호를 분석하여, 추적가능 범위를 제시하였다

ΔEI , ΔAz 신호의 경로를 단일화 하기위해 RF 스위치를 사용하는 구조로 모노펄스추적수신부를 제안하였다. 제안한 구조는 안테나에 입사되는 전파의 세기 및 위상 분석 결과보다 성능이 부족했지만 -3도~+3도의 추적 범위를 가지는 것으로 확인 되었다. 또한 평판안테나를 사용한 모노펄스 추적안테나 구현이 가능성을 확인 하였다

향 후 제시한 방법으로 모노펄스 추적안테나를 제작하여, 분석 결과를 만족함을 확인해야 할 것이다.

참고문헌

[1] 조동식 외1, “고기동 비행체를 위한 추적시스템 개발”, 한국항공우주학회 제36권 제4호, pp399-406, 2008년 4월.

[2] 안찬호 외4, “모노펄스 수신기와 필터링을 이용한 지상국 각 협력 UAV 위치 추적에 대한 연구”, 제어로봇시스템학회 합동학술대회 논문집 제16권, pp.797-804, 2011년 7월.

[3] 김소수 외2, “주파수 가변 비동기 모노펄스 시스템의 기울기 교정”, 한국전자파학회논문지 제16권 제11호, pp.1299-1308, 2007년 11월.