

# 900Mhz 대역 RF를 이용한 거리측정 시스템의 주파수특성 분석

김태수\* · 오인열\* · 전중창\*\*

\*위덕대학교 · \*\*진주산업대학교

## Analysis of the Frequency Properties of Range Measurement System using 900Mhz Band RF

Tae-Soo Kim\* · Inn-Yeal Oh\* · Joong-Chang Chun\*\*

\*Uiduk University · \*\*Jinju National University

E-mail : tskim@uu.ac.kr

### 요 약

본 논문은 크레인의 움직이는 거리를 측정하기 위해서 900Mhz대 RF를 이용하여 거리측정에 필요한 송수신기를 제작하였다. Baseset으로 정한 RF모듈에서 450Khz 중간주파수대역 아날로그 신호를 선택하여 신호처리 프로세서에 의해 처리하여 얻어진 위상응답 특성 데이터의 분석을 통해 거리의 추정을 행하였으며 양호한 결과를 얻었다.

### ABSTRACT

In this paper, we have used the 900Mhz RF band and produced the transmitter-receivers to measure the distance of moving range of a crane. We selected the analog signal of 450Khz middle frequency band of the RF Baseset module, and the property data of phase response is analysed to estimate the range distance. We have earned the good results from the experiment.

### 키워드

RF 무선, FFT알고리즘, 송수신단말기, 주파수특성

### 1. 서 론

종래의 철강공단 등의 옥외 야적장에서 물건을 나르는 크레인이 움직이는 거리 및 위치를 구하는데 있어서 크레인(Crane) 하부의 롤러의 회전에 따른 물리적인 회전수를 거리로 환산하여 이동거리를 측정하는 Encoder 방식이나 레이저 센서를 이용하여 거리를 측정하는 방식을 사용하고 있다. 그러나 이들은 실제적으로 사용에 있어서 환경의 변화에 따른 문제점을 내재하고 있다. 즉 회전수를 이용한 Encoder 방식은 야적장에서 비나 눈으로 인하여 미끄러짐의 현상을 유발하여 정확한

거리 측정이 어렵고, 또한 레이저 센서를 이용하는 경우 조석으로 태양광에 의한 오차를 유발하게 된다. 거리측정에 일반적으로 많이 사용하는 FM-CW Radar는 크레인의 작업환경에 맞지 않아 사용하기 어렵다.<sup>[1],[6]</sup> 본 논문에서는 900Mhz 대역 RF를 이용하여 송수신된 아날로그 데이터를 신호처리 프로세서를 통해 출력되는 위상변화 특성을 이용하여 크레인의 이동거리를 측정할 목적으로 위상응답특성의 분석을 행하였다. 또한 분해능의 개선을 위하여 거리가 멀어짐에 따라서 감소되는 주파수 Envelope 특성도 거리 추정에 이

용한다.<sup>[3]</sup>

본 논문에서는 우선 두 송수신기의 거리를 측정하기 위하여 900Mhz 대역 RF 모듈과 CPU를 내장한 송수신기 장치를 설계하고 제작한다. 여기서 송수신장치는 두 가지 종류로 분류하여 제작한다. 하나는 컴퓨터와 연결되어 알고리즘을 수행할 수 있는 송수신기로 450Khz 주파수의 신호를 출력하게 되며 이 송수신기를 Baset으로 정한다.

두 번째로 900Mhz대의 주파수를 송수신하는 장치로 Baset이 동작할 수 있도록 신호를 송수신하고 Headset으로 정의하며 이 송수신 장치는 지속적으로 전파를 발사하게 된다.

다음은 Base Set의 RF모듈에서 450Khz 중간 주파수대역 아날로그 신호를 선택하여 신호처리 프로세서에 의해 처리하여 얻어진 위상응답 특성 데이터의 분석을 통해 Baset과 Headset의 떨어진 거리의 추정을 행한다.<sup>[2,15]</sup>

## II. 위상응답특성 획득을 위한 H/W 설계

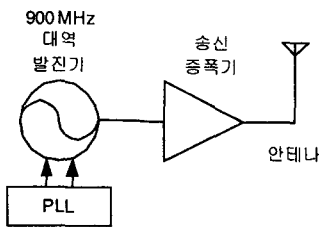


그림 1. RF 송수신기 내부 구조도

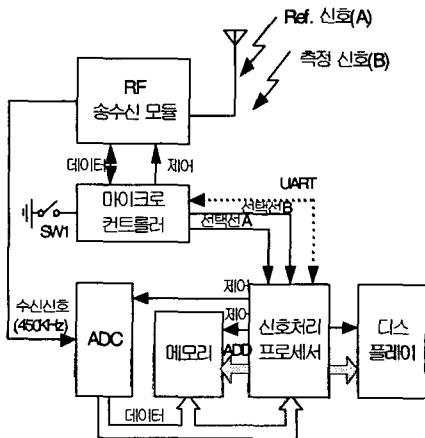


그림 2. 수신기 내부 구조도

RF 송수신기 모듈에서 그림 1에 나타난 것처럼

수신부 내부 구조도는 2차 IF(Intermediate Frequency)를 갖도록 하여 주파수 선택도를 높여서 정확한 450 KHz 신호를 얻게 하는 구조를 가지고 있다.

일반적으로 송신 출력과 더불어 수신 감도는 안테나 이후 바로 첫 단의 정합이 중요한 의미를 갖는다.

수신감도는 안테나에 인접한 첫 장치의 잡음지수에 의해 결정됨을 알 수 있다. 이 때문에 송신 출력에도 문제가 되지 않으면서도 잡음지수가 작도록 안테나 정합을 접근하였다.

거리의 정확한 측정이 될 수 있도록 RF 구조와 IF 구조에 대한 H/W 구조와 방식을 설계하였다. 즉 정확한 측정이 되도록 하기 위해 2차 IF 신호(450 KHz)를 바로 분석하는 개념으로 접근하였으며, RF 송수신 모듈은 Ref.(Reference) 신호를 기준으로 거리 측정을 원하고자 하는 신호를 수신하는 방법으로 하였다.

무선으로 거리를 측정하는데 있어서 문제점은 전파환경이 주변 환경의 변화에 민감하게 동작한다는 것이다. 이 때문에 Envelope 감지 방법으로 거리를 측정하는데 무리가 따른다. 이에 신호의 위상 변화량으로써 거리를 측정하는 방법으로 접근하면서 동시에 Envelope 감지 방법을 보조 값으로써 지원되도록 하며, 이러한 동작은 참조 신호와 더불어 측정되도록 H/W를 구조화함으로써 무선 신호의 문제점을 해결하도록 하였다.

거리 측정 동작을 일반적인 ISM 대역인 900 Mhz 대역에서 동작 시켰다. 동작에 대해서는 거리 측정을 요구할 때는 그림 2에 나타난 바와 같이 스위치(SW1)를 통해 입력받으며, Ref. 신호와 측정 신호를 일정 시간동안 차례로 입력 받게 된다. 각각의 입력 받는 신호는 선택선 A와 선택선 B로 어느 신호가 입력받는지 신호처리 프로세서에 알려줌으로써 수신신호를 구분할 수 있도록 하여 메모리에 저장시키게 되고, 분석을 통해 측정된 값을 디스플레이에 나타내도록 구조화 하였다.

## III. 실험 및 결과

실험을 위해서 그림 3에 나타난 바와 같이 Baset을 제작하여 설치하였다. 또한 Baset이 동작하도록 Headset을 두 셀을 제작하여 Baset을 구동하도록 하였으며 이들을 그림 4에 나타냈다. 또한 신호처리 보드는 NI사 PCI6250을 사용하였다.<sup>[7,18]</sup>

900 Mhz 대역 RF를 사용한 거리 측정을 위해서는 무엇보다도 정확한 주파수와 위상잡음 특성을 유지해야한다. 그림 5는 목적인 914.9875 Mhz를 PLL Locking하여 얻은 레벨 및 안정도 출력 결과이다. 얻은 레벨은 계측기 보호를 위해 10 dB 감쇄기를 넣어서 측정하였기 때문에 9.3 dBm의 정확한 출력 결과를 얻도록 조정하여 ISM 규

정 내에서 원거리 측정 가능토록 한 결과이며, 안정도 결과로써 0.1 PPM의 결과를 얻어 정확한 주파수 발생을 하고 있음을 알 수 있다. 그림 6은 위상 잡음 결과도이며, 10 KHz Offset 지점에서 96 dBc의 훌륭한 결과를 얻었다. 96 dBc의 위상 잡음 특성 결과로 거리 측정 분석력을 높여 정확한 거리 측정이 되도록 실험을 행하였다.

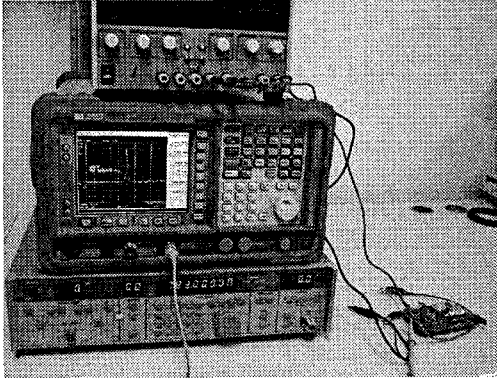


그림 3. RF 송수신기 모듈 측정 설치도

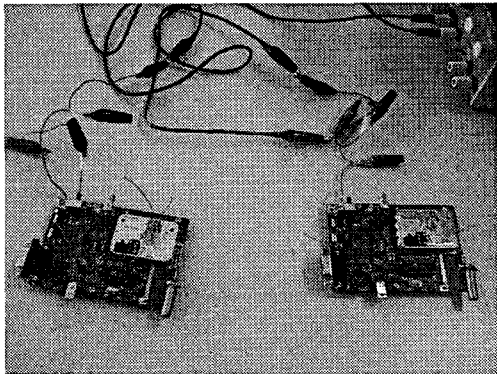


그림 4. RF 송수신기 Basetest/Headset 실물도

신호처리 프로세서에 의한 위상응답 특성을 구하기 위해서 각각 Headset1, Headset2에서 보낸 신호별로 Basetest에서 위상을 구하여 분석을 행하였다. 서론에서 언급했듯이 무선으로 거리를 측정하는데 있어서 문제점은 전파환경이 주변 환경의 변화에 민감하게 동작하기 때문에 Envelope 감지 방법으로 거리를 측정하는데 무리가 따른다. 이에 신호의 위상 변화량으로써 거리를 측정하는 방법으로 접근하면서 동시에 Envelope 감지 방법을 보조 값으로써 지원되도록 하였다. 실험에서 위상 응답 특성에 대하여 원점을 포함한 4개 지점에서 평균처리를 행하여 얻은 결과 Ref. 신호에 비하여 0.12의 오차범위를 얻을 수 있었다.

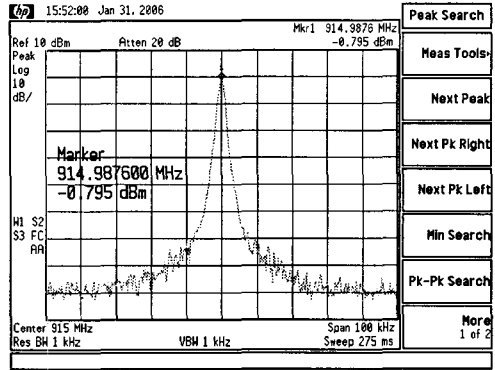


그림 5. 레벨 및 안정도 출력 결과

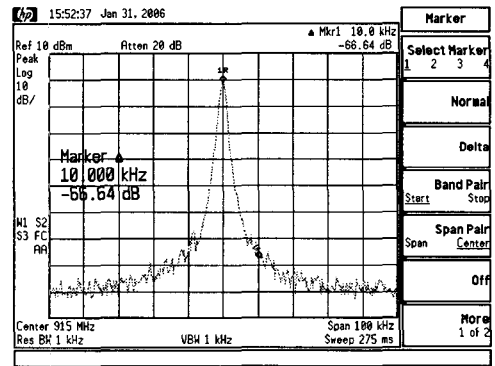


그림 6. 위상잡음 출력 결과

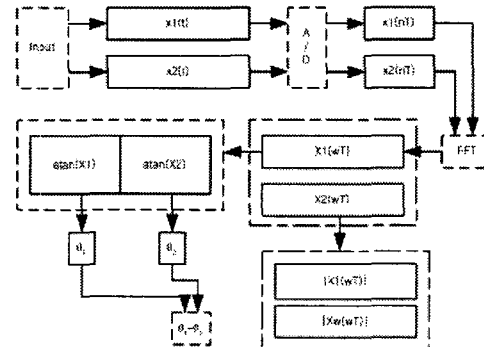


그림 7. 위상특성에 의한 거리계산 흐름도

위상응답에 대한 오차 실험결과를 표 1에 나타낸다. 여기서 위상차는 그림 7에 나타낸 거리계산 알고리즘에서 Baset과 Headset에서 얻어진 위상특성의 차이이다. 시스템의 특성상 측정할 때마다 위상의 변화가 발생하기 때문에 두 장치로부터의 위상 차이로부터 응답특성을 얻는 방법을 통하여 상대적인 거리추정을 행하였다.

표 1. 위상응답 특성 오차

구분 \ 거리	10 m	20 m	30 m
위상차	3.38033	2.15023	0.30493
Ref.	3.38033	1.89618	0.41203
오 차	0.0	0.25405	0.1071

#### IV. 결 론

송수신기의 아날로그 상에서 900 Mhz 대역 RF를 사용한 거리 측정을 위해서는 무엇보다도 정확한 주파수와 위상잡음 특성을 유지해야 한다. 이에 따라 914.9875 Mhz를 PLL Locking하여 9.3 dBm의 정확한 출력 결과를 얻을 수 있었다. 그리고 위상 잡음 결과로 10 Khz Offset 지점에서 96 dBc의 훌륭한 결과를 얻을 수 있었다.

또한 A/D변환을 실행하여 위상응답 특성 및 진폭응답 특성으로부터 얻은 거리추정 결과 원점을 포함한 4개 지점에서 평균 처리하여 얻을 결과 Ref. 신호에 비하여 0.12의 오차범위를 얻을 수 있었다. 따라서 위상응답 특성을 활용하여 거리를 추정하여 크레인의 거리를 정보를 확보하여 이러한 거리 정보로부터 크레인의 위치를 추정할 수 있게 되었다.

향후 송수신장치의 정밀한 개발 및 알고리즘 개선을 통하여 보다 정확한 거리 추정이 가능하리라 기대한다.

#### 참고문헌

[1] M. Nowogrodzki, R. Kipp, D. Mawhinnery, "Radar Instruments: Sensors for Industrial Applications", RCA Engineers, Vol. 27. No. 5, pp. 23-29. Oct., 1982

[2] A. V. Oppenheim and R. W. Schaffer, "Digital Signal Processing", Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1975

[3] A. Papoulis, "The Fourier Integral and its Applications", New York: McGraw-Hill, 1962

[4] A. Papoulis, "Signal Analysis", New York: McGraw-Hill, 1977

[5] Richard C. Leinecker, Tom Archer의 공저, 정보문

회사 기획실역, Visual C++6활용, 정보문화사, 1999년

[6] 김정목, 임중수, 전중창, 김태수, 안광호, 이승학, "YIG-VCO를 사용한 산업용 마이크로파 거리계의 개발", 한국전자파학회논문집, Vol.11, No.1, Jan. 2000

[7] Analog & Digital Signal Processing, ITP

[8] <http://digital.ni.com/worldwide/korea.nsf>