

지향성 안테나를 이용한 이동체 감지 시스템  
Detecting System of Moving Object Using Directional Antennae

이성필\*           \* : 경남대학교 전자공학과  
김종수\*           \* : 경남대학교 전자공학과  
윤여경\*           \* : 경남대학교 전자공학과

Sung Pil Lee\*       \* : Dept. of Electronic Eng., Kyungnam uni.  
Jong-Su Kim\*       \* : Dept. of Electronic Eng., Kyungnam uni.  
Yeo-Kyung Yoon\*   \* : Dept. of Electronic Eng., Kyungnam uni.

SUMMARY

A new detecting system for moving objects of coastal region has been designed by directional antenna and driving circuits. The designed system has been investigated by CAD for linear and planar antenna arrays of various radiating elements for antenna simulations and by P-spice of device simulations.

For detecting the displacement of moving objects, we constructed four wideband dipole antenna, diode switching circuit, mixer, filter and amplifier. The results of antenna receiver were shown a possibility of distance measuring system through phase difference of radiation patterns in antenna simulation.

현재 넓은 대양의 표층 해류 관측이나 지상의 이동체 관측에 GPS나 레이더 시스템을 이용하고 있지만, 이는 대부분 대형시스템이기 때문에 경비도 많이 들고 작은 연안지역이나 어느 특정지역에서 필요로 하는 소형시스템에는 부적합하다.<sup>2-4)</sup> 따라서 이러한 중장비 시스템에 비해 소비 전력이 적고 비용도 절감할 수 있으며, 작은 연안 등지에 적합한 작은 시스템의 필요성이 요구되어지고 있다.

본 연구에서는 지향성 안테나를 사용한 방향탐지 시스템의 구현을 위해 시스템의 제작에 앞서 먼저 안테나 시뮬레이션을 하였다. 안테나 수신단의 단계별 수신방향에 대한 다이폴 안테나의 방사요소를 각각의 90° 씩 방사패턴 모양으로 특성을 비교하고, 패턴을  $\phi$ 방향으로 90° 자른 패턴을 통해 이득 및 지향성을 조사하였다.<sup>5-7)</sup>

1. 서론

이동체 감지 시스템은 전파 발신원의 위치를 지향성 안테나를 이용하여 그 방위각을 측정된 후, 위치를 추정하고 이동체까지의 거리를 계산하는 시스템을 말하며, 현재 무선주파수 대역에서 선박 및 항공기의 항행 보조용 장치로 사용되고 있다.<sup>1)</sup>

2. 방향탐지 시스템 설계

이동체 감지 시스템의 전체적인 개략도는 그림 1과 같다. 수신안테나인 4개의 다이폴안테나에 의해 그 위상차를 스위칭 구동회로인 링카운터인 TTL 74178를 실행함으로써 순차적으로 신호를 검출한다. 이 검출된 신호는 믹서로 전달되며, 믹서에서 국부 발진 신호와의 차를 저역통과필터에 보내어지고, 필터를 걸쳐 신호를 증폭하게 된다.

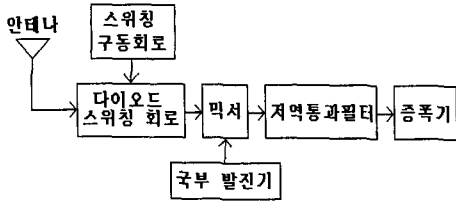


Fig. 1 A block diagram of detecting system.

초단파대의 전파수신에 적합한 4개의 광대역 다이폴 안테나<sup>6)</sup>  $a_0, a_1, a_2$  및  $a_3$ 를 각  $90^\circ$  씩 직각이 되게 그림 2(a)처럼 구성하여 중앙의 스위칭 장치에 의해 신호를 순차적으로 수신기에 입력시킨다. 도래전파의 방위각은 그림 2(b)처럼  $a_0$ 와  $a_1$ 의 연장선과 만드는 각  $\theta$ 로 나타낸다. 스위칭 장치는 pin diode를 사용하여 구성되며, 각 diode는 TTL74178의 내부 링카운터에 의해 4-bit clock에 의해 구동된다.

안테나에 입사하는 전계를 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$E(W, t, \psi) = A(t) \sin[wt - (\frac{2\pi}{\lambda} d + \psi)] \quad (2.1)$$

여기서  $A(t)$ 는 변조 파형,  $a$ 는 송신점까지의 거리  $\psi$ 는 위상변화  $W$ 는 신호주파수,  $t$ 는 시간 및  $\lambda$ 는 신호의 파장이다.

4개의 안테나 어레이를 그림 2와 같이 배치하여 순차적으로 스위칭할 경우 각 안테나  $a_0, a_1, a_2$  및  $a_3$  에서 유기되는 수신 신호  $s_0, s_1, s_2$  및  $s_3$ 는 각 안테나로부터 전파방향으로의 projection만큼 각각 지연되며, 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$\begin{aligned} s_0 &= G A \sin[wt - (\frac{2\pi}{\lambda} d + \psi)] \\ s_1 &= G A \sin[wt - (\frac{2\pi}{\lambda} d + \psi + \frac{2\pi}{\lambda} l \cos \theta)] \\ s_2 &= G A \sin[wt - (\frac{2\pi}{\lambda} d + \psi + \frac{2\pi}{\lambda} l \cos \theta + \frac{2\pi}{\lambda} l \sin \theta)] \\ s_3 &= G A \sin[wt - (\frac{2\pi}{\lambda} d + \psi + \frac{2\pi}{\lambda} l \sin \theta)] \end{aligned} \quad (2.2)$$

여기서  $G$ 는 안테나 이득,  $\theta$ 는 신호의 도래방향, 그리고  $l$ 은 안테나 사이의 거리를 나타낸다. 스위칭시 발생하는 위상차의 크기  $\psi_A, \psi_B$ 는 아래와 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} \psi_0 - \psi_1 &= \frac{2\pi}{\lambda} l \cos \theta = \psi_A \\ \psi_1 - \psi_2 &= \frac{2\pi}{\lambda} l \sin \theta = \psi_B \\ \psi_2 - \psi_3 &= -\frac{2\pi}{\lambda} l \cos \theta = -\psi_A \\ \psi_3 - \psi_1 &= -\frac{2\pi}{\lambda} l \sin \theta = -\psi_B \end{aligned} \quad (2.3)$$

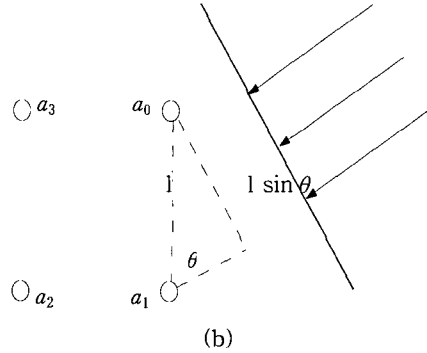
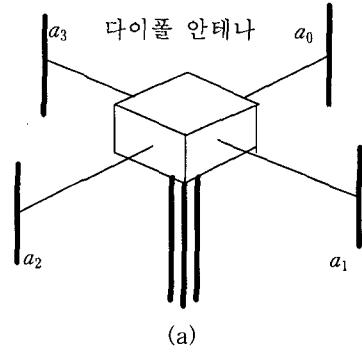


Fig. 2 An array of dipole antenna.

그러므로 그림 3와 같이 신호방향에 따라 유일하게 결정되며 위상차  $\psi_A$  및  $\psi_B$ 를 측정하면 아래 관계식에 의해 신호 도래방향을 결정할 수 있다.

$$\begin{aligned} \frac{\psi_B}{\psi_A} &= \tan \theta \\ \theta &= \tan^{-1}(\frac{\psi_B}{\psi_A}) \end{aligned} \quad (2.4)$$

$\psi_A$  및  $\psi_B$ 의 크기는  $(\frac{l}{\lambda})$ 에 비례하며, 한정된 수신기에서  $(\frac{l}{\lambda})$ 이 클수록 더 정확한  $\theta$ 의 측정이 가능하다. 실제 안테나 사이의 거리  $l$ 에 의해 도래각의 resolution이 정해지며, 수신신호 파장과의 혼돈을 막기 위해  $l < \frac{\lambda_{\min}}{2}$ 으로 제한한다.

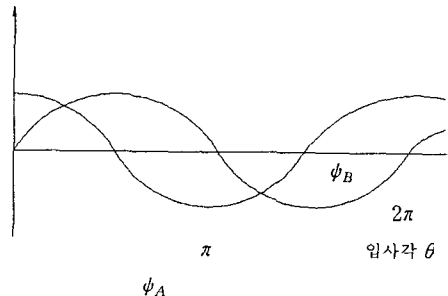


Fig. 3 Phase difference

수신신호의 방위각을 안테나 어레이 출력의 위상과 비교하기 위하여 다이오드 스위칭회로를 사용하였다.

송신기의 위치를 찾아내기 위하여 안테나로 수신된 전파를 pin diode switching 회로와 TTL74178을 이용한 4-bit 링 카운터를 사용하여 순차적으로 수신된 전파가 믹서에 전달되도록 하였다. 국부발진신호와 필터를 통해 위상을 검출한 후 증폭된 출력을 얻어내는 방법과 switching 회로를 걸쳐 필터를 통해 차동증폭기에서 출력을 얻어내는 방법을 비교 검토하기 위해 Pspice, ORcad을 통하여 시뮬레이션을 하였다. 그리고 안테나 지향성 패턴은 CAD for Linear and Planar Antenna Arrays of Various Radiating Elements를 통하여 시뮬레이션 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

안테나 시뮬레이션에 있어서 연안 지역의 간섭파를 고려하여 낮은 주파수대인 70MHz를 이용하였다. 안테나의 지향성 패턴을 얻기 위해 다이폴 안테나의 element를  $\varphi$ 방향으로  $90^\circ$  씩 주어 실행하였다. 그림 4(a)의 패턴은  $\varphi$ 가  $0^\circ$  일 때의 first cut 패턴이며, 이때의  $\theta$ 범위는  $\theta_1=-180.00^\circ$ 에서  $\theta_2=180.00^\circ$ 까지의 전력이득이다. 그림 4(b)는 second cut 패턴이며 이때의  $\theta$ 범위는  $\theta_1=0.00^\circ$ 에서  $\theta_2=360.00^\circ$ 까지이다.

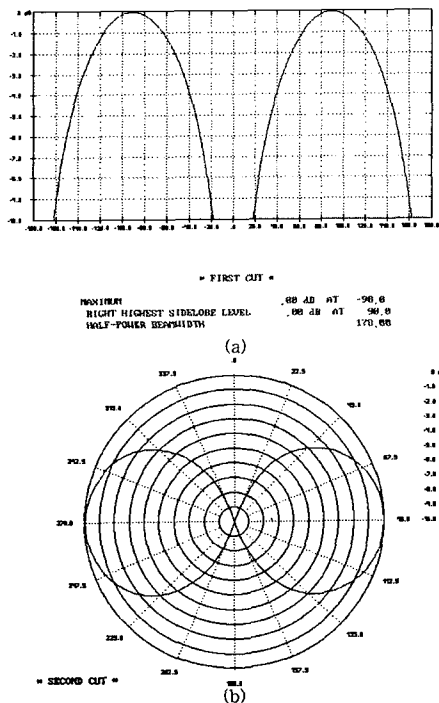


Fig. 4 The pattern cut plotted as rectangular and polar graphs ( $\varphi = 0^\circ$ ).

전체이득은 10dB로 하였고, 빔폭은 3dB로 하였다. 그림 5는  $\varphi$ 가  $90^\circ$  일 때의 first cut과 second cut의 패턴을 보여주고 있다. 이때 방사패턴 및 이득이 약간의 차이를 나타내고 있는데 이는 방향성에 의한 것이다. 그림 6은 pin diode를 사용한 스위칭 회로이며, 각 diode는 TTL74178의 내부 링카운터에 의해 4-bit clock에 의해 구동된다.

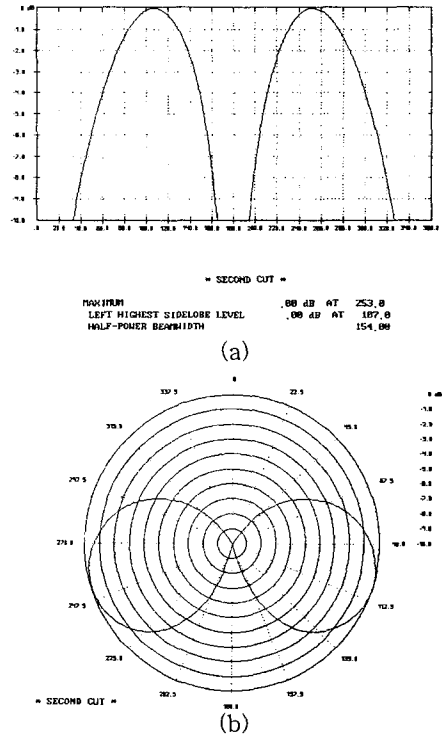


Fig. 5 The pattern cut plotted as rectangular and polar graphs ( $\varphi=90^\circ$ ).

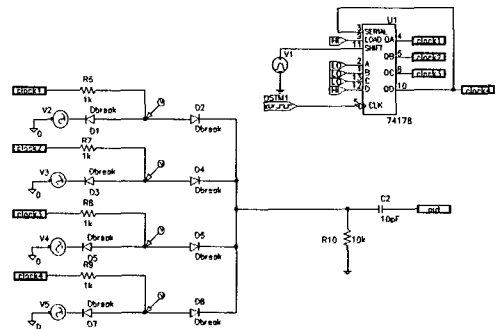


Fig. 6 Switching circuit for detecting system.

링카운터를 거쳐 순차적으로 수신된 전파는 믹서를 걸쳐 국부발진신호와 비교하여 그차를 저역통과 필터를 걸쳐 증폭기에 의해서 증폭되어진다.<sup>8-12)</sup>

시뮬레이션에서 나타난 것과 같이  $\varphi$ 를 달리 했을 때 수신된 신호의 위상차는 전파의 도래 방향을 결정함을 알았다. 각각의 단계별 시뮬레이션 결과

높은 이득 및 수신감도 특성이 우수함을 알 수 있었다.

#### 4. 결 론

본 실험에서는 방향탐지 안테나를 이용하여 전파의 도래방향을 찾아내는데 위상차의 개념을 이용하여  $l < \frac{\lambda_{\min}}{2}$  보다 적을 때 좀 더 효율적으로 전파의 도래방향을 찾아낼수 있음을 알 수 있었고, 이득 및 방사패턴을 통해 수신 감도 특성이 우수함을 알았다. 또한 수신단의 각 영역에 대한 시뮬레이션을 실시함으로써 방향 탐지 시스템에 적합함을 알 수 있었다.

#### 5. 참고 문헌

1. 이 석 호 · 박 종 란 공저, 안테나 공학, 동일출판사, 서울, pp. 24-39(1995).
2. 해양연구소, 광역 표층해류 관측을 위한 TGPS Bouy 제작연구, 과학 기술처(1995).
3. F. T. Ulaby, Microwave Remote Sensing, Addison-Wesley Publishing Company, Vol. 1, pp. 23-56(1981).
4. M. W. Long, Radar Reflectivity of Land and Sea, Artech House, Inc., pp. 1-27(1983).
5. 金 載 平 編著, 移動通信의 基礎, 機電 硏究社, 서울, pp. 25-61(1993).
6. 배 현 기 著, 아마추어무선사를 위한 안테나 핸드북, 세진사, 서울, pp. 117-169(1995).
7. A. Nestic, D. Danilovic and M. Mikavica, "Analysis of Distribution Functions Suitable for Printed Antenna Arrays and Radiation Pattern Dependence on Tolerances," Mikrowellen Magazin, Vol. 13, No. 4, pp. 493-495(1987).
8. Joseph J. Carr, Secrets of RF Circuit Design, TAB books, Blue Ridge Summit, PA(1991).
9. James A. Crawford, Frequency Synthesizer Design Handbook., Artecj House Bosten · London chapter 2, 4 pp. 3-40, 147-188(1994).
10. 편집부, PLL(위상동기 루프) 應用回路, 세운출판, 서울, pp. 9-35(1996).
11. Chris Bowick. RF Circuit Design, Howard W. Sams & Co., Inc, pp. 239-247(1985).
12. 길전무, 고주파회로설계노하우, 기전 연구사, 서울, pp. 141-157(1990).