

Disk-loaded 다이폴 안테나를 이용한 배열안테나의 배열형상 최적화 Array pattern optimizing of array antenna using disk-loaded dipole antenna

장도영* 임태홍* 김웅희** 추호성*
Doyoung Jang Tae Heung Lim Woong Hee Kim Hosung Choo

* 홍익대학교 전자전기공학부
** 한국전자통신연구원 부설연구소
(발표자: dyjang1224@naver.com, 교신저자: hschoo@hongik.ac.kr)

ABSTRACT

본 논문에서는 불특정 신호탐지를 위한 36 소자 배열안테나의 배열 최적화 형상을 제안하였다. 배열안테나의 개별 소자로 L-Band 에서 동작하는 disk-loaded 다이폴 안테나가 사용되었으며 최적화 알고리즘을 적용하여 배열 최적화를 진행하였다. 2D 평면에서 진행한 배열 최적화 형상은 단순 사각배열 형상 보다 신호탐지 성능이 향상됨을 확인 하였다.

Key Words : Antenna array, Disk-loaded antenna, Genetic algorithm, DOA

1. 서론

최근 L-band 주파수 대역은 이동통신, Global Positioning System (GPS), Radar 등 다양한 어플리케이션이 적용되고 있다[1-3]. L-band에서 무선신호를 사용한 응용분야가 점차 확대됨에 따라 불특정 신호에 대한 신호 간섭 문제점 또한 증대 되고 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 불특정 신호를 탐지하고, 대응하는 연구를 필요로 한다. 불특정 신호는 사용 주파수대역을 특정 할 수 없기 때문에, 신호 탐지용 안테나는 광대역 특성이 요구된다. 또한 원치 않는 신호의 방향을 탐지하기 위해서는 선형, 원형, 평면형 등의 배열안테나 형상이 필연적으로 요구된다[4]. 하지만 개별 소자의 active element pattern, 인접소자 간 mutual coupling 등에 의하여 배열안테나의 side lobe 특성이 감소하고, 방사패턴의 왜곡이 발생 할 수 있다. 그리고, 평면형 배열안테나의 경우 배열 형상에 따라서 grating lobe가 발생 할 수 있으며, 이는 신호의 방향탐지 성능을 크게 저하 시키는 원인으로 작용 할 수 있다[5]. 따라서 본 논문에서는 신호탐지 성능을 개선하기 위한 배열 형상을 찾기 위해 1.35GHz에서 중심 주파수를 가지는 36소자 disk-loaded 다이폴 안테나를 배열하고, 배열형상 최적화 알고리즘을 적용하여 평면상에서 최적 배열 형상을 도출 하였다.

2. 본론

그림 1은 배열형상 최적화를 위한 알고리즘 적용시 개별소자의 이동 반경을 보여주며, 각 소자의 위치에 대한 변수는 dx_{nm} , dy_{nm} 으로 나타낸다. 변수의 아래 첨자는 원점을 기준으로 x축에 대하여 m번째, y축에 대하여 n번째 위치한 배열소자를 의미한다. 개별소자는 1.35GHz를 중심주파수로 갖는 disk-loaded 다이폴 안

테나를 사용 하였으며, disk의 반경과 다이폴의 길이는 각각 4 mm, 84 mm 이다. 배열 형상은 개별 소자의 위치 변수를 변경함에 따라서 인접 소자간 물리적 간섭이 없도록 설계하였으며, 인접 소자간 거리가 1.1GHz에서의 반파장을 초과하지 않도록 배열 형상 최적화를 진행 하였다.

그림 2는 최적화로부터 도출된 최적 배열 형상을 나타내며, 최대 직경 840.6 mm (3.8λ)내에 36 소자가 배열되도록 설계 하였다.

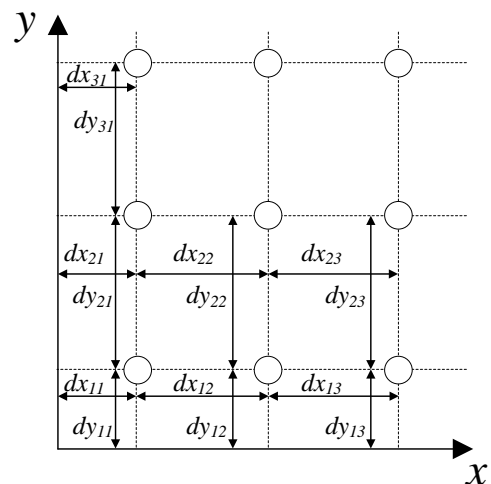


그림 1. 개별소자 및 배열최적화를 위한 소자 이동 파라미터

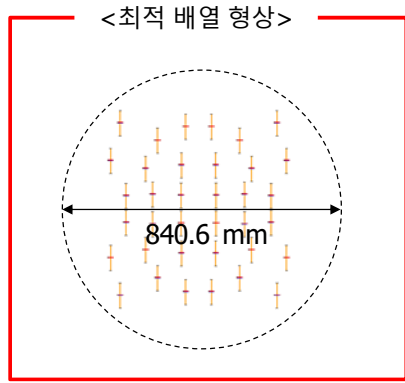


그림 2. 도출한 최적 배열 형상

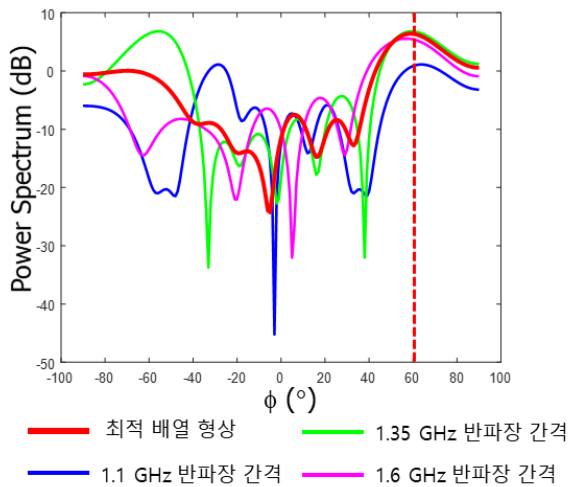


그림 3. 최적 배열형상의 신호탐지 성능 (1.6 GHz)

그림 3은 도출된 최적 배열 형상과 1.1 GHz, 1.35 GHz, 1.6 GHz에서의 반파장 사각배열 형상의 방향 탐지 성능을 비교 하였다. $\phi = 60^\circ$ 에서 입사되는 1.6 GHz 신호의 방향을 탐지한 경우 각 형상 모두 main lobe의 최대 값이 $\phi = 60^\circ$ 부근 에서 가장 높지만 동시에 높은 SLL이 관측된다. 하지만 제안된 최적 배열 형상의 경우 SLL이 현저히 줄어 든 것을 확인하였다. 또한, 표1에 각 배열 형상의 $\phi = 60^\circ$ 에서 입사하는 1.6 GHz 신호의 방향탐지 성능을 나열 하였으며, 제안된 형상에서 최소의 RMSE를 가지는 것을 확인 하였다.

표 1. $\phi = 60^\circ$ 신호에서 각 배열 형상의 RMSE 및 SLL

	RMSE	SLL
최적배열형상	1.18	3.07
반파장 배열 형상(1.1 GHz)	19.91	0
반파장 배열 형상(1.35 GHz)	45.09	0
반파장 배열 형상(1.6 GHz)	1.48	2.66

3. 결론

본 논문에서는 1.35 GHz를 중심 주파수로 갖는 L-band용 disk-loaded 다이폴 안테나를 36소자 배열한

형상에 대해 최적화 알고리즘을 적용하여 최적배열형상 도출하고 신호탐지성능을 확인하였다. 도출된 최적배열 형상을 사용하여 $\phi = 60^\circ$ 에서 1.6GHz의 신호의 방향을 탐지 하였을 때, RMSE는 1.18 SLL은 3.07로 확인 하였다. 향후 disk-loaded 다이폴 안테나 보다 광대역 특성을 가지는 안테나를 개별소자로 사용하여 동일한 프로세스를 적용 한다면 본 연구보다 더 개선된 신호탐지 성능을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2017-0-00984)

참고문헌

[1] Yu-Xiang Sun, Kwok Wa Leung, Kai Lu, "Broadbeam Cross-Dipole Antenna for GPS Applications" IEEE Transactions on Antennas and Propagation., vol. 65, no. 10, pp. 5605-5610, 2017.
 [2] Jeffrey D. Ouelletter, Joel T. Johnson, Anna Balenzano, "A Time-Series Approach to Estimating Soil Moisture From Vegetated Surfaces Using L-Band Radar Backscatter" IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. vol. 55, no. 6, pp. 3186-3193, 2017.
 [3] Keng-Chih Lin, Chih-Hao Lin, Yi-Cheng Lin "Simple Printed Multiband Antenna With Novel Parasitic-Element Design for Multistandard Mobile Phone Applications," IEEE Transactions on Antennas and Propagation., vol. 61, no. 1, pp. 488-491, 2013.
 [4] Duo Zhang, Jin dong Zhang, Can Cui, "Circularly polarized antenna having two linked slot-rings," IEEE Access, vol. 6, pp. 4340-4351, 2018.
 [5] G.H. Chen, B.X. Chen, "Eigenstructure-based ambiguity resolution algorithm for distributed subarray antennas VHF radar," Electronics Letters , vol. 48, no. 13, pp. 788-789, 2012.