

시간 지연 배열 안테나 기반의 무선전력전송을 위한 최소 요구 지연 시간의 상한 도출

유태우^o, 남상욱
 서울대학교 전기정보공학부
 뉴미디어통신공동연구소
 twyu@ael.snu.ac.kr

1. 서론

최근 들어 무선전력전송 시스템에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 본 논문에서는 시간 지연 배열 안테나를 기반으로 무선전력전송을 진행할 때, 사용 주파수 대역에 따른 무선전력전송 시스템에 필요한 최소 지연 시간의 상한을 도출하였다.

2. 본론

그림 1(a)와 같이 자유공간 상에서 두 개의 안테나로 한 지점에 에너지를 집중시키고자 할 때, 시스템에서 구현할 수 있는 지연시간은 Δt_{min} 의 정수배라고 하면 (1)과 같은 수식을 얻을 수 있다[1].

$$d_1 - d_2 = \Delta t_{min} \times c \times N \quad (1)$$

수식 (1)은 그림 1(b)의 쌍곡선 그래프를 의미하므로 총 N개의 쌍곡선 그래프가 공간상에 그려질 수 있다.

실내 공간에서 무선전력전송을 위한 시나리오는 그림 2와 같다. 총 5개의 Base station이 천장에 배치되어 있는 형태이고, 타겟이 움직이는 범위는 2D 평면상으로 제한하였다. 앞선 이론에 따라 총 4쌍의 쌍곡선 방정식을 도출할 수 있고, 그 중 3쌍 이상의 쌍곡선을 지나는 지점을 focusing 가능한 지점으로 설정하였다. 또한 사용 주파수 대역에 따라 focusing 지역의 유효 단면적을 반지름이 $\lambda_{max}/8$ 인 원이 되도록 설정하여, focusing 가능한 면적이 전체 면적의 80% 이상이 되는 Δt_{min} 을 도출하였다.

3. 결론

본 논문에서는 MATLAB을 통해 계산을 수행하였다. 915 MHz, 2.5 GHz, 5.8 GHz 총 3개의 주파수 대역에서 해당 시나리오에 요구되는 Δt_{min} 의 상한을 표 1에 정리하였다. 그림 3은 각 주파수에서 Δt_{min} 에 대해 focusing 가능한 영역을 표현한 것이다. 이와 같이 무선 전력전송 시스템의 구현을 위해서는 사용하는 주파수

대비 최소 지연 시간의 상한이 고려된 시스템 설계가 요구된다.

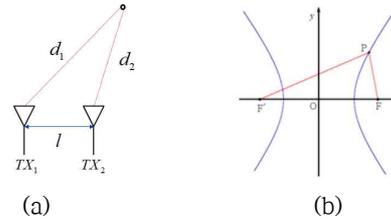


그림 1. (a) 2개의 안테나 (b) 쌍곡선 그래프

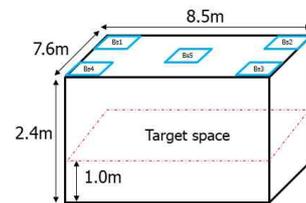
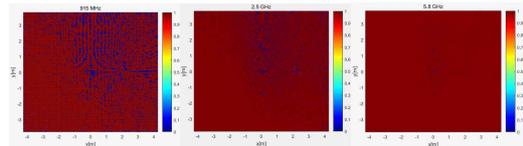


그림 2. 무선전력전송 시나리오



(a) 915 MHz (b) 2.5 GHz (c) 5.8 GHz
 그림 3. 최대 시간 지연에 따른 Focusing 가능 영역

f_{max}	915 MHz	2.5 GHz	5.8 GHz
λ	32.79 cm	12 cm	5.17 cm
Δt_{min}	300 ps	112 ps	48 ps
면적	82.54 %	80.28 %	80.62 %

표 1. 주파수 대비 최소 지연 시간의 상한

ACKNOWLEDGEMENT

이 성과는 2019년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2016R1E1A1A01943375).

참고문헌

[1] Constantine, A. Balanis. "Antenna theory: analysis and design." fourth edition, John Wiley & sons (2016).