

# 벌레 로봇 구조에 적용 가능한 이중대역 RF 에너지 하베스팅 안테나 Dualband RF Energy Harvesting Antenna applicable to Bug Models

김준홍, 남상욱  
Joon-Hong Kim Sangwook Nam  
서울대학교  
(jhkim@ael.snu.ac.kr)

### ABSTRACT

본 논문에서는 소형 생체 모방형 로봇구조에 적용 가능한 이중대역 전자파 수집 안테나에 대한 연구를 소개한다. 대기중에서 임의의 방향으로 입사하는 전자파를 효과적으로 채집하기 위해서는 등방성, 초소형, 고효율 안테나가 필요하다. 또한 벌레로봇의 특성에 적용할 수 있도록 이중대역 안테나의 변형이 필수적이다. 이에 본 논문에서는 900MHz 과 2400MHz 대역에서 동작하는 등방성, 초소형, 고효율 전자파 에너지 하베스팅 안테나를 제안한다.

Key Words : RF Energy Harvesting Antenna, Isotropic Antenna, Dualband

### 1. 서론

최근 대기중의 전자파 에너지를 채집하여 에너지원으로 사용하는 RF 에너지 하베스팅 연구가 주목받고 있다. 전자파 에너지 하베스팅은 Fig. 1과 같이 대기중의 전자파 에너지를 흡수하여 전력원으로 사용하는 기술이다. 전자파 에너지 하베스팅은 특별한 에너지 공급 없이도 주변에 존재하는 소량의 에너지를 채집할 수 있어 저전력 다중 센서 노드의 에너지원으로 사용되거나, 에너지 공급이 제한된 상황에서 최후의 에너지원으로 활용될 수도 있다. 본 연구에서는 더 많은 대역에서 전자파 에너지를 채집하기 위해 이중대역 에너지 하베스팅용 안테나를 제안한다. 또한 벌레 로봇의 형상에 적합하도록 구조를 변형한 안테나의 구조를 제안한다.

### 2. 이중대역 전자파 에너지 하베스팅 안테나

실외에서 가장 강하게 분포하는 Cellular 대역의 파워를 채집하기 위해 900MHz 대역을 첫번째 타겟으로 설정하였다<sup>[1]</sup>. 한편 실내 환경에서는 Wi-Fi 신호가 송출되는 2450 MHz 대역의 신호가 강하기 때문에, 이중대역의 타겟으로 안테나를 설계하였다.

제안한 안테나는 등방성, 초소형, 고효율, 이중대역 등의 특성을 확보할 수 있도록 설계되었다. 먼저 임의의 방향으로 무작위 입사하는 전자파 에너지를 채집하기 위해 모든 방향으로 방사하고, 모든 방향의 신호를 수신할 수 있는 등방성 특성을 구현하고자 하였다. 특히, 900MHz 대역에서 한 파장의 길이가 30cm가 되기 때문에, 소형 로봇에 적용하기 위해서는 전기적으로 소형 크기의 안테나를 설계해야 했다. 등방성 패턴과 전기적 소형 특징을 만족시키기 위해 Split-Ring Resonator (SRR)를 활용하였다. SRR은 Fig. 2와 같이 수평한 전기 다이폴과 수직인 자기 다이폴로 증가될 수 있으며, 각 패턴이 더해지면서 등방성 패턴을 뿔 수 있게 된다<sup>[2]</sup>.

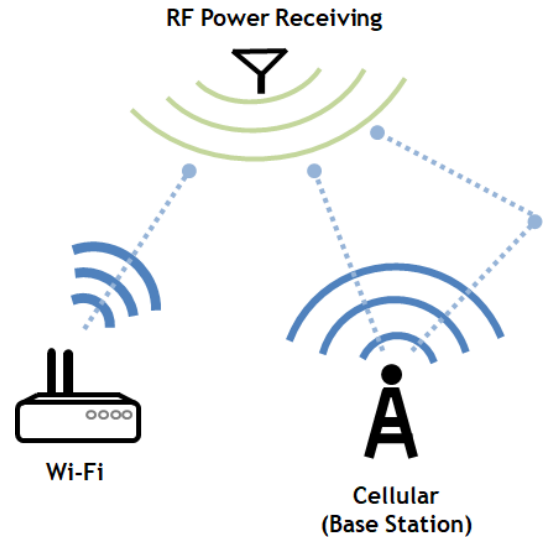


Fig. 1. 전자파 에너지 하베스팅 시나리오

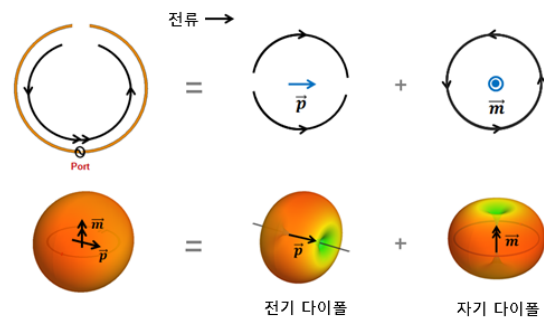


Fig. 2. SRR의 동작 원리 및 패턴 분석

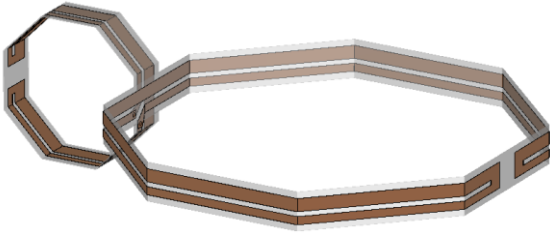


Fig. 3. 벌레 로봇의 형상에 맞추어 설계한 이중대역 에너지 하베스팅 안테나

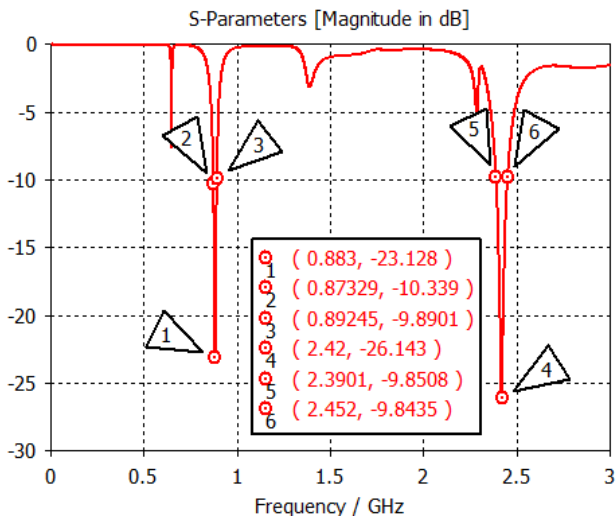


Fig. 4. 제안한 안테나의 반사계수

SRR의 방사 특성을 개선하기 위해 Folded 구조를 적용하였고, Folded Split-Ring Resonator (FSRR)을 제안하였다. FSRR을 이용하면 임피던스를 조절할 수 있어 원하는 로드와 알맞은 안테나는 설계할 수 있다. 이때, 각 대역의 간섭을 최소화하기 위해 FSRR을 수직으로 배치하였고, 벌레 로봇의 형상에 맞도록 Fig. 3과 같이 설계하였다. 설계한 안테나의 반사계수는 Fig. 4와 같으며, 중심 주파수 883MHz에서 2.2%, 2453MHz에서 2.6%의 FBW를 확보하였다.

### 3. 결론

본 논문에서는 벌레 로봇 구조에 적용 가능한 에너지 하베스팅 안테나를 제안하였다. 에너지 하베스팅에 사용할 수 있도록 FSRR을 활용하였으며, FSRR을 수직으로 배치하여 간섭이 없고 독립적으로 동작할 수 있는 등방성, 초소형, 고효율 안테나를 제안하였다. 설계한 안테나는 시뮬레이션과 잘 맞았으며, 고효율 및 등방성 패턴을 확인할 수 있었다.

### Acknowledgement

본 연구는 국방생체모방 자율로봇 특화연구센터를 통한 방위

사업청과 국방과학연구소 연구비 지원으로 수행되었습니다 (UD190018ID).

### References

- [1] M. Pinuela, P. D. Mitcheson, and S. Lucyszyn, "Ambient RF energy harvesting in urban and semi-urban environments," *IEEE Trans. Microw. Theory Techn.*, vol. 61, no. 7, pp. 2715-2726, Jul. 2013.
- [2] J.-H. Kim and S. Nam, "A compact quasi-isotropic antenna based on folded split-ring resonators," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 16, pp. 294-297, 2017.