

## Total Radiometry를 사용한 비가시영역의 열원 위치 추정

안성진, 홍창인\*, 정용식\*\*

광운대학교

kunho0407@kw.ac.kr, \*changin0058@kw.ac.kr, \*\*yschung@kw.ac.kr

## Location Estimation for Non-line-of-sight Heat Source using Total Radiometry

Ahn Sung Jin, Hong Chang In, Chung Young Seek

Kwangwoon Univ.

## 요약

본 논문은 상용 위성방송 수신 장비인 LNBF를 사용하여 수신된 열원의 복사 에너지 신호를 통해 비가시영역의 열원 위치를 탐지하는 방법을 연구하였다. LNBF에서 수신한 신호를 RF Switch를 통해 분리하고 이를 Power Sensor로 받아들이는 Total Radiometry system을 설계하여 장애물이 존재하는 환경에서 보이지 않는 열원의 위치를 추정하였다.

## 1. 서론

Radiometry는 사람의 눈으로 볼 수 없는 주파수 대역의 복사 에너지를 측정하는 기술로, 플랑크 흑체 복사 법칙(Planck's blackbody radiation law)에 따라 절대온도 0도 이상의 열원이 방사하는 전자기 에너지를 측정하는 기술이다. 상용중인 적외선 카메라는 사용 주파수가 높아 비가시영역의 열원이 방사하는 복사 에너지를 측정하지 못하는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 상용 위성방송 수신 장비인 Ku band의 Low Noise Block Feed horn Antenna(LNBF)를 사용하여 Total Radiometry system을 설계하고, RF switch를 사용해 열원을 스캔하여 비가시영역의 열원이 방출하는 전자기 에너지와 열원의 위치까지 추정하는 방법을 연구하였다.

## II. 본론

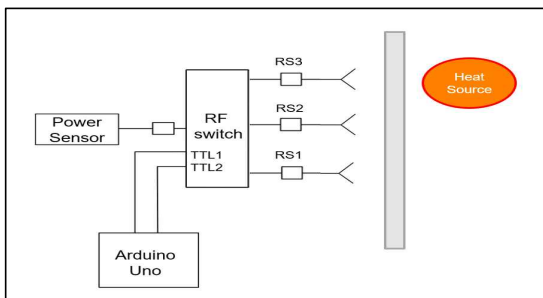
## 2.1 기초 이론

플랑크 흑체 복사 법칙에 의하면 절대온도 0K 이상의 모든 물질은 전자기파를 방출하며 방출하는 전자기파의 세기는 레일리-진스 법칙(Rayleigh-Jeans Law)으로 근사하면 RF 주파수 대역에서 아래와 같은 식으로 정리 할 수 있다.

$$P_n = kT\Delta f$$

T는 물체의 온도, k는 볼츠만 상수(Boltzmann's constant),  $\Delta f$ 는 안테나의 측정 주파수 대역폭이다.

## 2.2 Total Radiometry System



〈Fig.1〉 Total Radiometry System

본 실험에서 구성한 Radiometry System은 〈Fig.1〉과 같다. 해당 Radiometry System에서 LNBF의 수신 가능 주파수 대역은 11.7 ~ 12.75GHz이고 이를 Mixer를 거쳐 0.95GHz ~ 2GHz 대역의 신호로 down conversion 시킨다. LNBF의 Gain은 약 55dB로, 이는 Total System의 Gain이다.

## 2.3 실험 환경

〈Fig.2〉와 같이 Radiometry System을 고정시킨 후 장애물에 의해 비가시영역에 위치한 열원의 탐지 여부를 실험하기 위해 20cm 앞에 스티로폼을 위치시키고 30cm 앞에 약 80°C의 온수 1.5L를 원형 용기에 담아 사용하였다.



〈Fig.2〉 Measurement Environment

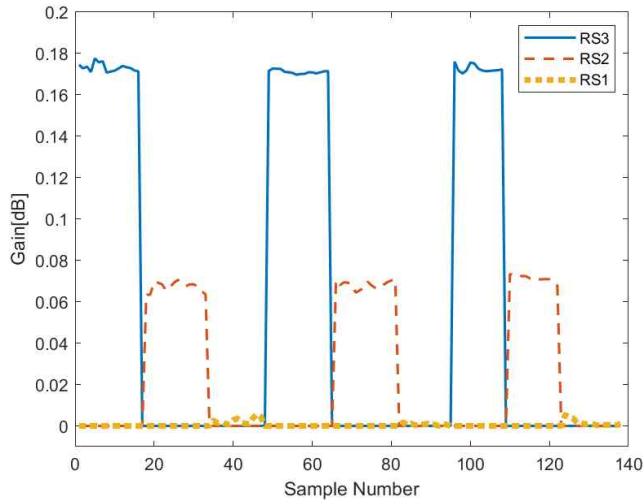
총 3개의 LNBF를 일정 간격을 두고 평행하게 배치한다. LNBF의 간격은 약 9cm이다. Power Sensor로 30초 간 온수가 방사하는 전자기파의 전력을 측정하였다.

## 2.3 실험 결과

비가시영역의 열원 위치를 탐지하기 위해 RF switch를 사용하여 각 LNBF에 대하여 열원을 탐지하였다. 비가시영역의 열원을 3번째 Radiometry System (RS3)에 연결된 LNBF 앞에 놓고 측정한 후 3 주기 만큼 샘플링한 결과를 비교하였다.

〈Fig.3〉의 결과를 보면 수신된 복사 에너지가 RS3, RS2, RS1 순으로 수

신한 전자기 신호의 세기가 큰 것을 알 수 있다. 안테나 빔 패턴을 참고하여 비가시영역의 열원 위치에 따른 안테나 이득을 고려하면, 열원과 수직 거리에 위치한 RS3에 열원이 보이는 정도가 가장 크고, 이에 따라서 열원이 방사하는 복사 에너지 크기가 가장 크다. 결과적으로 RS3과 근접한 LNBF 순서대로 수신된 복사 에너지의 크기가 큼을 알 수 있다.



<Fig.3> Heat Source in front of RS3

### III. 결론

본 연구는 복수의 상용 LNBF를 사용하여 비가시영역의 열원 위치 추정을 시험하였다. 측정 결과, 열원으로 설정한 온수가 방사하는 복사열이 전자기파의 일종으로 그 위치에 따라 Radiometer가 받아들이는 열원의 복사 에너지 크기가 다름을 확인할 수 있었다. 따라서 각각의 LNBF에서 수신한 복사에너지의 크기를 확인하면 열원의 대략적인 위치를 유추할 수 있다.

### ACKNOWLEDGMENT

#### 사사의 글

이 논문은 2020년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2020R1F1A107302313)

### 참 고 문 헌

- [1] Sumin Kim, Changyul Cheon. (2020). Study of Radiometer System Based on Electrical Beam Steering for Direction Detection of Corona Discharge. The transactions of The Korean Institute of Electrical Engineers, 69(3), 454-459.
- [2] A. M. Shutko, "Microwave radiometry of land, vegetation and water bodies: More than 30 years of modeling, conducting experiments and practical applications," 2008 Microwave Radiometry and Remote Sensing of the Environment, 2008, pp. 1-4, doi: 10.1109/MICRAD.2008.4579459.
- [3] F. Gibelli, L. Lombez and J. -F. Guillemoles, "Absorption coefficient and non-equilibrium generalized Planck's law for improved hot carrier photoluminescence spectroscopy," 2016 IEEE 43rd Photovoltaic

Specialists Conference (PVSC), pp. 3567-3569, 2016

[4] Joseph C. Hill, Ronald B. Goldner, "The thermal and Spatial Resolution of a Broad-Band Correlation Radiometer with Application to Medical microwave Thermography," IEEE Trans. Microwave Theory & Tech., Vol. 33, No. 8, pp. 718-722, August 1985

[5] K. Guido, A. Bringer and A. Kiourti, "Human Body Phantoms for Wideband Radiometry," 2020 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and North American Radio Science Meeting, 2020, pp. 1709-1710, doi: 10.1109/IEEE CONF35879.2020.9330230.

[6] Hyo-In Baek, Dae-Hee Lee, Su-min Kim, Chang-yul Cheon. (2018). A Study on L-Band Microwave Radiometer system for detecting the abnormal Heat source in biological tissues. 대한전기학회 학술대회 논문집, (), 41-42.