

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2021.21.5.155>

JIIBC 2021-5-21

## 자수된 직물 다이폴안테나에 미치는 인체영향에 대한 분석

# An Investigation of human body influence on Embroidered Textile Dipole Antenna

기현철\*

Hyeon-Cheol Ki\*

**요약** 본 논문에서는 자수된 직물 다이폴 안테나의 웨어러블 안테나로서의 적합성을 분석하였다. 폴리에스터 직물 위에 자수로 2.45GHz ISM 밴드 다이폴 안테나를 설계하였다. 직물의 두께(tttextile), 직물과 신체 표면과의 거리(gbody) 및 신체 표면의 전도도( $\sigma$ body)의 3가지 변수에 따른 그 안테나의 특성을 분석하였다. 직물의 두께(tttextile)는 안테나 공진 주파수( $f_0$ )에 영향을 주고 있었다. 신체 표면 전도도( $\sigma$ body) 증가에 따른 안테나 공진주파수( $f_0$ )와 안테나 이득은 미세하게 증가하는 특성을 보였다. 직물과 신체표면과의 거리(gbody) 증가는 안테나 공진주파수( $f_0$ )와 안테나 이득의 상대적으로 큰 폭의 증가를 야기했다. 위의 결과로 볼 때 웨어러블 안테나로서 자수된 직물 다이폴 안테나를 설계할 경우 직물과 신체표면과의 거리(gbody)와 직물의 두께(tttextile)의 두 변수를 조심스럽게 고려하여야 할 것이다. 직물과 신체표면과의 거리(gbody)는 큰 폭의 변화를 하므로 자수된 다이폴 안테나를 설계하는 데 있어 기술적 장벽이 될 수 있을 것이다.

**Abstract** In this paper, we investigated the aptness of embroidered textile dipole antenna as a wearable antenna. We designed an 2.45GHz ISM band embroidered textile dipole antenna on polyester textile. We investigated its characteristics depends on 3 variables, thickness of textile(tttextile), distance between textile and surface of body(gbody) and conductance of surface of body( $\sigma$ body). Thickness of textile(tttextile) was affecting on the antenna resonance frequency( $f_0$ ). As the conductance of surface of body( $\sigma$ body) was increased the antenna resonance frequency( $f_0$ ) and the antenna gain were increased slightly. The increment of the distance between textile and surface of body(gbody) caused relatively large increment of the antenna resonance frequency( $f_0$ ) and the antenna gain. From the results, in the case of designing an embroidered textile dipole antenna as a wearable antenna we should consider carefully the two variables, distance between textile and surface of body(gbody) and thickness of textile(tttextile). Due to its large variation, the distance between textile and surface of body(gbody) may be a technical barrier in designing embroidered textile dipole antenna.

**Key Words** : embroidered, textile, dipole, wearable antenna

\*정회원, 가천대학교 전자공학과  
접수일자 2021년 7월 26일, 수정완료 2021년 9월 8일  
게재확정일자 2021년 10월 8일

Received: 26 July, 2021 / Revised: 8 September, 2021 /

Accepted: 8 October, 2021

\*Corresponding Author: hcki@gachon.ac.kr

Dept. of Electronic Engineering, Gachon University, Korea

## 1. 서 론

사물인터넷(IoT) 시대와 더불어 몸통을 중심으로 한 근거리 무선통신인 WBAN(Wireless Body Area Networks)의 중요성이 급격히 부각되고 있다. 몸통을 중심으로 한 무선통신 기술의 중심에는 웨어러블(wearable) 기술이 있으며 그 핵심은 웨어러블 안테나(wearable antenna) 기술이다. 웨어러블 안테나는 몸체통신, 운동이나 의료용 신체 모니터링, 위치추적 등 다양한 분야에서 사용된다<sup>[1-2]</sup>. 웨어러블 안테나는 스마트 시계나 팔찌처럼 손목에 부착하거나 안경에 부착하는 등의 다양한 방법이 있으나 의복에 부착하는 직물 안테나(textile antenna)가 일반적인 방법이다<sup>[3-6]</sup>. 웨어러블 직물 안테나(wearable textile antenna)는 구현 방식에 따라 천에 안테나를 자수(embroidery)하여 구현하는 자수(embroidery) 방법, 얇고 유연한 기판으로 제작된 패치(patch) 안테나를 의복에 부착하는 방법 및 프린트되거나 페인팅된 안테나를 접착제로 의복에 부착하는 방법의 세 가지로 분류할 수 있다. 이 가운데 자수된 직물 안테나(embroidered-textile antenna)는 직물의 일부로서 유연하고 의류에 부착되므로 착용이 용할 뿐만 아니라 얇고 가볍고 저렴한 가격으로 구현될 수 있어서 웨어러블 안테나가 필요로 하는 특성에 비교적 잘 부합한다. 본 논문에서는 자수된 직물로 구현된 다이폴 안테나의 웨어러블 안테나로서의 특성을 분석하고자한다. 다이폴 안테나는 구조가 단순하여 옷감에 자수로 구현하기가 매우 용이하다. 반면에 비접지 안테나이므로 주변 환경의 영향을 크게 받을 수 있다. 옷감의 두께, 신체의 근접 정도 등에 따른 특성을 분석함으로써 자수된 직물로 구현된 다이폴 안테나의 웨어러블 안테나로서의 적합성 정도를 평가하고자한다.

## II. 자수된 직물 다이폴 안테나의 설계

그림 1은 자수된 직물 다이폴 안테나의 전체 구조를 설명하고 있다. 그림 1(b)는 직경 0.2mm의 도체실로 자수된 다이폴 안테나의 구조이다. 그림 1(a)는 다이폴 안테나의 주변 상황을 모델화 하여 표현한 그림이다. 자수된 다이폴 안테나의 기판역할을 하는 것은 옷감이 되며 그 두께를  $t_{\text{textile}}$  이란 변수로 나타냈다. 옷감 아래에는 사람의 신체가 존재하며 맨 아래의 평판으로 신체의 표면을 모델화 하였다. 또한, 옷감과 신체 사이에는 공기층

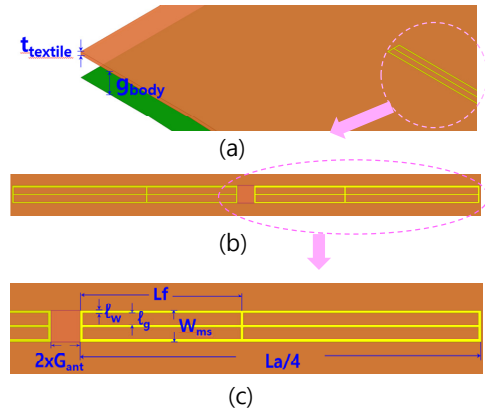


그림 1. 자수된 직물 다이폴 안테나의 구조  
(a) 다이폴 안테나의 환경을 표현한 모델 (b) 자수된 다이폴 안테나의 구조 (c) 확대된 다이폴 안테나 구조

Fig. 1. Structure of embroidered textile dipole antenna  
(a) Model for environment of dipole antenna (b) Structure of embroidered dipole antenna (c) Enlarged structure of dipole antenna

이 존재하며 이 공기층의 두께를  $g_{\text{body}}$ 란 변수로 표현했다. 그림 1(c)는 그림 1(b)의 다이폴 안테나 구조를 확대한 그림이다.  $l_w$ 는 도체실의 두께를 나타내고  $l_g$ 는 도체실 사이의 간극을 나타낸다.  $W_{ms}(=3l_w+2l_g)$ 는 안테나선의 폭을 나타내고 한쪽 안테나선의 길이는  $\lambda/4$ 로 설계하였다. 안테나선의 폭방향으로 있는 도체실의 인입점으로 부터의 거리를  $L_f$ 로 표시하였다. 우선 주변 환경의 영향이 전혀 없는 자유공간에서 2.45 GHz ISM 대역의 자수된 직물 다이폴 안테나를 설계한 후 주변 환경의 영향을 추가하며 특성을 변화를 확인하는 순서로 진행하였다.

안테나선폭( $W_{ms}$ )의 최적화 설계를 위해 자유공간에서 도체실 두께와 사이의 간극에 따른 안테나의 특성을 분석하였다. 그림 2는 안테나선폭( $W_{ms}$ )에 따른 다이폴 안테나의 특성을 보여준다.  $W_{ms}$ 가 0.2mm, 0.4mm, 0.6mm인 경우는  $l_g=0$ 으로 두고 도체실을 1겹, 2겹 및 3겹으로 하여 구성하였고 그 이후부터는  $l_g$ 만을 0.2mm씩 증가시켜 안테나선폭을 구현하였다.

그림 2는  $W_{ms}$ 에 따른 자수된 다이폴 안테나의 특성 변화를 보여준다. 안테나의 공진주파수( $f_0$ )는 안테나선폭( $W_{ms}$ )이 증가함에 따라 분명한 감소 특성을 보여주고 있다. 반면에 안테나 이득은 안테나선폭이 증가함에 따라 증감을 하며 변동하나 전체적 추세로는 최대값을 보이고 있다. 따라서 안테나 이득은 안테나선폭이 2.2mm

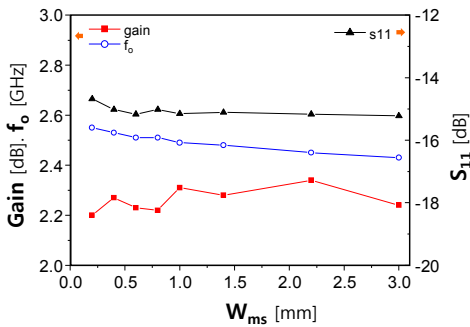


그림 2.  $W_{ms}$ 에 따른 자수된 다이폴 안테나의 특성  
 Fig. 2. Characteristics of embroidered dipole antenna depend on  $W_{ms}$

에서 최대 이득 2.34dB를 나타낸다. 안테나 반사손실 ( $S_{11}$ )는 안테나선폭이 0.6mm이하에서는 안테나선폭이 증가함에 따라 약간의 감소를 보이나 안테나선폭이 0.6mm이상에서는 거의 변화를 보이지 않고 거의 일정한 안정된 특성을 보여준다. 따라서  $l_w=0.2mm$ ,  $l_g=0.8mm$ 여서 안테나선폭( $W_{ms}$ )이 2.2mm일 때가 최대 이득을 얻을 수 있는 최적 안테나 조건임을 알 수 있다. 이때의 안테나의 공진주파수( $f_0$ )는 2.34GHz로서 2.45 GHz ISM 대역의 중앙 부위에 위치한다.

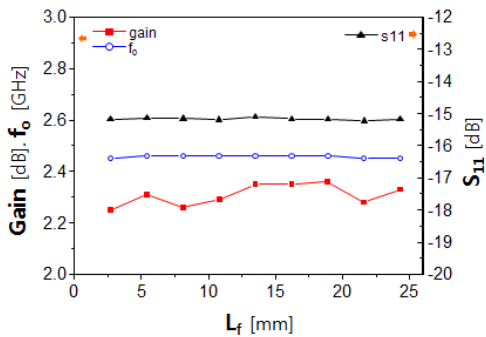


그림 3.  $L_f$ 에 따른 자수된 다이폴 안테나의 특성  
 Fig. 3. Characteristics of embroidered dipole antenna depend on  $L_f$

한편, 그림 1(c)에서 보였듯이 안테나선의 폭방향으로 잇는 도체실의 인입점으로 부터의 거리를  $L_f$ 로 표시할 때, 그림 3은  $L_f$ 에 따른 자수된 다이폴 안테나의 특성 변화를 보여준다. 다이폴 안테나의 한쪽 방사체의 길이가 27mm로 설계되었으며  $L_f$  값이 증가하는 것은 폭방향 도체실의 위치가 방사체 끝으로 이동함을 의미한다. 공진주파수( $f_0$ )는  $L_f$  값이 증가함에 거의 일정한 특성을 보이며 전체 변동분이 10MHz미만 이 된다. 반사손실( $S_{11}$ ) 또한 전체적으로 -15.23 dB부터

15.10 dB까지 변화하여 변동분이 0.13 dB미만으로 거의 변하지 않고 있음을 볼 수 있다. 따라서 폭방향 도체실의 위치는 공진주파수( $f_0$ )나 반사손실( $S_{11}$ )에 거의 영향을 미치지 않음을 알 수 있다. 반면에 안테나 이득은 폭방향 도체실의 위치에 따라 증감을 반복하고 있음을 볼 수 있다. 특히  $L_f$  값 13.5mm부터 18.9mm까지의 구간에서는 최대치를 이루며 거의 일정한 크기를 유지하는 안정된 특성을 나타내고 있다. 따라서 이 구간의 중간 점인  $L_f$ 가 16.2mm인 위치를 최적의 위치로 설계하였다. 자수된 다이폴 안테나의 최적화된 변수는 다음과 같다. 다이폴 안테나의 한쪽 방사체의 길이가 27mm로 설정 했고,  $l_w=0.2mm$ ,  $l_g=0.2mm$ ,  $W_{ms}=2.2mm$ ,  $L_f=16.2$ 로 설계했다.

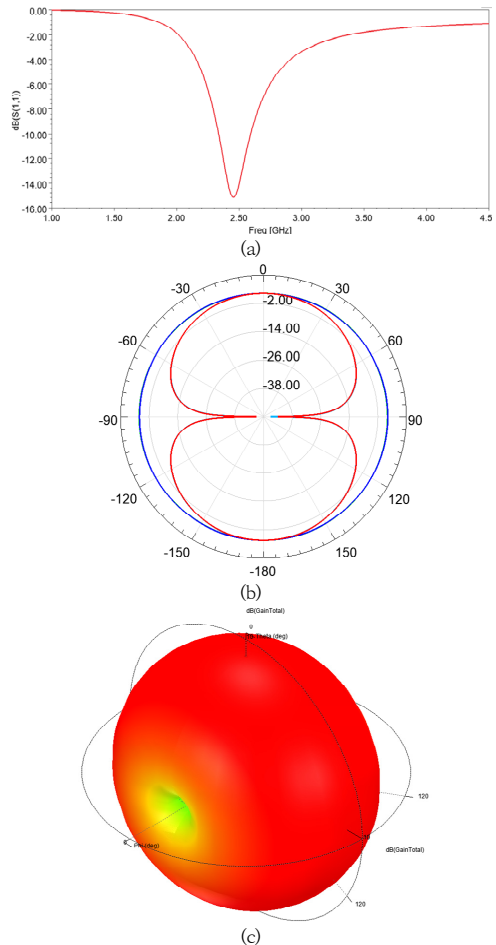


그림 4. 최적 설계된 자수된 다이폴 안테나의 특성  
 (a) 안테나 반사손실( $S_{11}$ ) (b) 안테나 방사 패턴 (c) 3차원 방사 패턴

Fig. 4. Optimally designed embroidered dipole antenna  
 (a) Antenna return loss( $S_{11}$ ) (b) Antenna radiation pattern (c) 3D radiation pattern

그림 4는 최적 설계된 자수된 다이폴 안테나의 특성을 보여준다. 그림 4(a)는 반사손실( $S_{11}$ )로서 최저  $-15.17\text{dB}$ 이고  $-10\text{dB}$  대역폭은  $250\text{MHz}$ 이다. 공진주파수( $f_0$ )는  $2.46\text{GHz}$ 로서 ISM 대역의 중앙에 위치한다. 그림 4(b)는 안테나 방사 패턴으로서 방위각이  $0^\circ$ 와  $90^\circ$ 일 때를 보여주고 있으며 안테나 이득은  $2.35\text{dB}$ 이다. 그림 4(c)는 3차원 방사 패턴으로서 자수된 다이폴 안테나의 전방향성(omnidirectional) 방사특성을 보여주고 있다.

### III. 신체 근접 효과에 의한 자수된 직물 다이폴 안테나의 특성 변화

신체 근접 효과에 의한 자수된 직물 다이폴 안테나의 특성을 분석하기 위해 설정한 환경을 그림 1(a)에 설명해 놓았다. 자수된 다이폴 안테나의 기판역할을 하는 옷감의 재질은 폴리에스터(polyester)로 설정했고 옷감의 두께를  $t_{\text{textile}}$ 의 변수로 나타냈다. 옷감 아래에는 사람의 신체가 존재하며 신체의 표면을 전도성 평판으로 모델화하였으며 그 전도도를  $\sigma_{\text{body}}$ 로 표시하였다. 전도도( $\sigma_{\text{body}}$ )는 인간 신체의 저항을 고려하여  $0.1\text{ S/m}$ 에서  $1.0\text{ S/m}$ 까지 변화하는 것으로 설정하였다. 옷감과 신체 사이에는 공기층이 존재하며 이 공기층의 두께를  $g_{\text{body}}$ 란 변수로 표현했다.

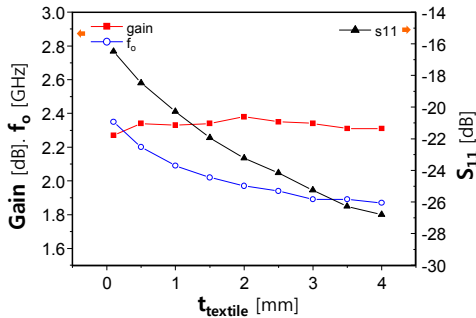


그림 5.  $t_{\text{textile}}$ 에 따른 자수된 다이폴 안테나의 특성  
Fig. 5. Characteristics of embroidered dipole antenna depend on  $t_{\text{textile}}$

그림 5는 신체를 모델화한 전도성 평판은 없이 직물만 있는 경우에 직물 두께( $t_{\text{textile}}$ )의 변화에 따른 자수된 다이폴 안테나의 특성 변화를 보여준다. 직물 두께( $t_{\text{textile}}$ )는  $0.1\text{mm}$ 에서  $4.0\text{mm}$ 까지 변화시키며 안테나 특성 변화를 분석하였다. 공진주파수( $f_0$ )는 직물 두께( $t_{\text{textile}}$ )가

증가함에 따라 현저하게 감소하는 특성을 보이고 있다. 폴리에스터의 비유전율은  $3.2$ 로서 공기보다 실효 비유전율이 커져 파장이 짧아지므로 예측과 일치하는 결과이다. 반사손실( $S_{11}$ )은 직물 두께( $t_{\text{textile}}$ )가 증가함에 따라 커지고 있음을 보여준다. 이는 직물 두께( $t_{\text{textile}}$ )가 증가함에 따라 공진 시 임피던스가  $50\Omega$ 에 근접하여 안테나 정합 특성이 좋아지고 있음에 기인한 것으로 추측된다. 한편 안테나 이득은 직물 두께( $t_{\text{textile}}$ )가 증가함에 따라 증감하는 특성을 보이나 전체적으로는 미세한 증가를 보이고 있다. 직물 두께  $t_{\text{textile}}=0.2\text{mm}$ 에서  $2.38\text{dB}$ 의 최대이득을 보이고 있다.

그림 6은 신체를 모델화한 전도성 평판을 포함한 상태에서 전도성 평판의 전도도( $\sigma_{\text{body}}$ )에 따른 자수된 다이폴 안테나의 특성 변화를 보여준다. 전도도( $\sigma_{\text{body}}$ )가  $0.1\text{ S/m}$ 일 때 안테나 공진주파수( $f_0$ )가  $1.87\text{GHz}$ 로서 근접한 신체 영향이 없을 때에 비해  $100\text{MHz}$  감소했음을 알 수 있다. 전도도( $\sigma_{\text{body}}$ )가 증가하여  $1.0\text{ S/m}$ 까지 10배 증가하면 공진주파수( $f_0$ )가 다시  $100\text{MHz}$  만큼 감소하는 것을 보여준다. 그렇지만 선형적인 감소를 하기 보다는 중간에서 최소치를 보이는 형태의 변화를 보이고 있다. 전도도( $\sigma_{\text{body}}$ )가 10배로 대폭 증가해도 공진주파수( $f_0$ )는  $100\text{MHz}$  이내로 적게 변동하여 전도도 변화에 의한 영향은 보다는 전도도가 높지 않더라도 전도성 평판의 존재 유무가 더 큰 영향을 미치는 것으로 보인다. 전도도 증가에 따른 반사손실( $S_{11}$ )은 전도도가  $0.3$ 일 때에 최저치  $-10.3\text{dB}$ 를 보이며 최대  $-31.2\text{dB}$ 까지 변화하였다. 전도도 증가에 따라 안테나 이득은 미세하게 증가하는 특성을 보여주고 있다.

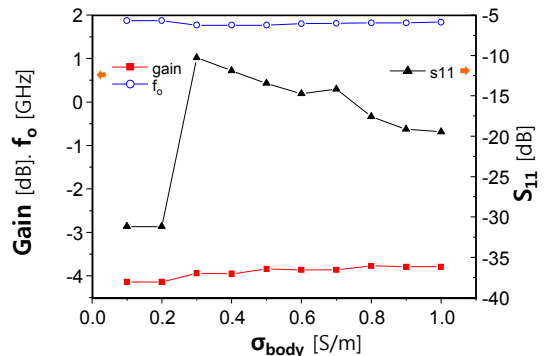


그림 6.  $g_{\text{body}}$ 에 따른 자수된 다이폴 안테나의 특성  
Fig. 6. Characteristics of embroidered dipole antenna depend on  $g_{\text{body}}$

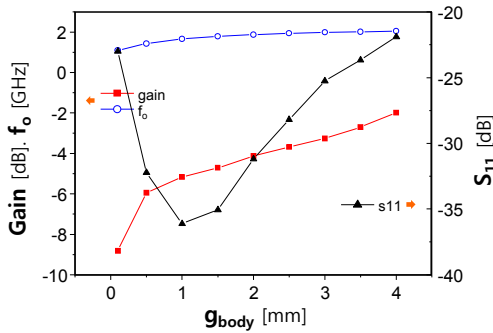


그림 7.  $g_{body}$ 에 따른 자수된 다이폴 안테나의 특성  
 Fig. 7. Characteristics of embroidered dipole antenna depend on  $g_{body}$

그림 7은 신체를 모델화한 전도성 평판을 포함한 상태에서 직물과 신체와의 거리( $g_{body}$ )에 따른 자수된 다이폴 안테나의 특성 변화를 보여준다. 안테나 공진주파수( $f_0$ )는 직물과 신체와의 거리( $g_{body}$ )가 증가함에 따라 같이 증가하는 특성을 명확하게 보여주고 있다.  $g_{body}$ 가 0.1mm에서 4mm까지 변화할 때 공진주파수( $f_0$ )는 1.1GHz부터 2.05GHz까지 950MHz 만큼 증가하였다. 이는 직물과 신체 표면과의 거리가 안테나 공진주파수( $f_0$ )에 미치는 영향이 다른 변수 변화에 비해 상대적으로 매우 크다는 것을 알 수 있다. 안테나 이득도 직물과 신체와의 거리( $g_{body}$ )가 증가함에 따라 급격히 증가하고 있으며 직물과 신체와의 거리( $g_{body}$ )가 안테나 이득에도 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 안테나 반사손실( $S_{11}$ )은 직물과 신체와의 거리( $g_{body}$ )가 증가함에 따라 최대치 곡선 특성을 보이며  $g_{body}$ 가 2.0mm에서 반사손실( $S_{11}$ )은 최대치-31.2dB를 보인다.

#### IV. 신체 근접 효과에 의한 안테나 특성고찰

이상으로 자수된 직물 안테나가 웨어러블 상황에서 받을 수 있는 영향들을 분석하였다. 그림5에서 보였듯이 옷감을 이루는 직물의 두께( $t_{textile}$ )는 안테나 이득보다는 공진주파수에 크게 영향을 주고 있었다. 따라서 안테나를 설계할 때 직물의 두께를 먼저 고려하여 설계할 필요가 있음을 알 수 있었다. 여기서는 다루지 않았지만 옷감의 재질에 따른 영향도 중요한 변수가 될 수 있음을 예측할 수 있었다.

그러나 무엇보다 흥미로운 점은 자수된 직물 안테나를 의복으로 착용했을 때의 상황으로서, 필연적으로 전도성

이 있는 신체가 안테나에 근접하게 된다는 점이다. 이 경우 직물과 신체와의 거리( $g_{body}$ )와 신체 표면의 전도도( $\sigma_{body}$ )의 두 가지 변수가 존재한다. 신체 표면의 전도도( $\sigma_{body}$ )는 인간 몸의 전기저항 자료로부터 대략적으로 추산하여 0.1 S/m부터 1.0 S/m까지 10배 변화하는 것으로 설정하여 분석하였다. 신체 표면의 전도도( $\sigma_{body}$ )가 증가함에 따라 안테나 공진주파수( $f_0$ )와 안테나 이득은 그림6에서 볼 수 있듯이 미세하게 증가하는 특성을 보이고 있다. 그러나 이는 전도성 표면의 존재 유무에 따른 영향 보다는 상대적으로 미미했다. 따라서 웨어러블 안테나로서의 자수된 직물 안테나의 특성은 신체의 전도도( $\sigma_{body}$ ) 보다는 옷을 착용한 상태인지 벗어놓은 상태인지에 따라 크게 좌우될 것으로 보인다. 직물과 신체표면과의 거리( $g_{body}$ )는 옷을 착용한 상태와 인간의 움직임에 따라 큰 폭으로 변화할 수 있으며 여기서는  $g_{body}$ 가 0.1 mm부터 4 mm까지 변화하는 것으로 설정하여 분석하였다. 직물과 신체표면과의 거리( $g_{body}$ ) 증가함에 따라 안테나 공진주파수( $f_0$ )와 안테나 이득은 그림7에서 보인 바와 같이 큰 폭으로 뚜렷하게 증가하고 있음을 볼 수 있다. 이는 직물과 신체표면과의 거리( $g_{body}$ )가 다른 어떤 변수보다도 자수된 직물 웨어러블 다이폴 안테나의 특성에 큰 영향을 미치고 있음을 의미한다. 직물과 신체표면과의 거리( $g_{body}$ )는 매우 가변적이고 변동 폭도 클 수 있으므로 자수된 직물 다이폴 안테나를 웨어러블 안테나로 구현하는데 있어 하나의 걸림돌로 작용할 수 있을 것으로 사료된다.

#### V. 결 론

자수된 직물 다이폴 안테나의 웨어러블 안테나로서의 특성을 분석하였다. 폴리에스터 직물 위에 자수로 2.45GHz ISM 밴드 다이폴 안테나를 설계하여 직물의 두께( $t_{textile}$ ), 직물과 신체 표면과의 거리( $g_{body}$ ) 및 신체 표면의 전도도( $\sigma_{body}$ )의 3가지 변수에 따른 자수된 직물 다이폴 안테나의 특성을 분석하였다.

직물의 두께( $t_{textile}$ )는 안테나 이득보다는 공진주파수에 크게 영향을 주고 있었다. 따라서 안테나를 설계할 때 직물의 두께를 먼저 고려하여 공진주파수를 설계할 필요가 있음을 알 수 있었다.

신체 표면의 전도도( $\sigma_{body}$ ) 증가에 따른 안테나 공진주파수( $f_0$ )와 안테나 이득은 미세하게 증가하는 특성을 보였다. 이는 전도성 표면의 존재 유무에 따른 영향 보다는

상대적으로 미미하여 안테나의 특성은 신체의 전도도( $\sigma_{body}$ )보다는 옷을 착용한 상태인지 벗어놓은 상태인지에 따라 크게 좌우될 것으로 보였다.

직물과 신체표면과의 거리( $g_{body}$ ) 증가에 따라 안테나 공진주파수( $f_0$ )와 안테나 이득은 상대적으로 큰 폭의 증가를 보였다. 이는 직물과 신체표면과의 거리( $g_{body}$ )가 다른 어떤 변수보다도 자수된 직물 웨어러블 다이폴 안테나의 특성에 큰 영향을 미치고 있었다. 더구나 직물과 신체표면과의 거리( $g_{body}$ )는 매우 가변적이고 변동 폭도 클 수 있으므로 자수된 직물 다이폴 안테나를 웨어러블 안테나로 구현하는 데 있어 해결해야 할 주요한 문제 중 하나가 될 것으로 사료된다.

## References

- [1] V.S. Ubale, and O.S. Lamba, "Flexible Wearable Antennas for Body Area Network", International Journal of Recent Technology and Engineering, VOL. 8 No. 6, pp.1561-1565, Jan. 2020.  
<https://doi.org/10.35940/ijrte.2277-3878>
- [2] S. N. Mahmood, A.J. Ishak, T. Saeidi, H. A. Alsariera, S. Alani, A. Ismail, and A. C. Soh, "Recent Advances in Wearable Antenna Technologies: A Review", Progress In Electromagnetics Research B, Vol. 89, pp.1.27, 2020.  
<https://www.jpier.org/PIERB/pier.php?paper=20071803>
- [3] H. C. Ki, "Characteristic Investigation According to Structures of Embroidered Radiation Patches at SF-MPAA", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 20, No. 6, pp.21-26, Dec. 31, 2020.  
[http://www.iibc.kr/bbs/board.php?bo\\_table=notice&wr\\_id=141](http://www.iibc.kr/bbs/board.php?bo_table=notice&wr_id=141)
- [4] H. C. Ki, "Characteristic Analysis of Meshed SF-MPAA Characteristics depend on Mesh Transparency", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 19, No. 5, pp.163-168, Oct. 31, 2019.  
[http://www.iibc.kr/bbs/board.php?bo\\_table=notice&wr\\_id=141](http://www.iibc.kr/bbs/board.php?bo_table=notice&wr_id=141)
- [5] H. C. Ki, "Effects of Mesh Structure Variations of Meshed Ground on Microstrip Comb Array Antenna", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 18, No. 6, pp.69-74, Dec. 31, 2018.  
[http://www.iibc.kr/bbs/board.php?bo\\_table=notice&wr\\_id=141](http://www.iibc.kr/bbs/board.php?bo_table=notice&wr_id=141)

## 저 자 소 개

### 기 현 철(정회원)



- 1984년 2월 한양대학교 전자공학과 졸업.(공학사)
- 1986년 8월 한양 대학교 대학원 전자공학과 졸업.(공학석사)
- 1992년 2월 한양대학교 대학원 전자공학과 졸업.(공학박사)
- 1986년 ~ 1989년 한국 전자통신연구원 연구원.
- 1996년-1997년 미국 조지아공대 post.doc
- 2010년-2012년 미국 UCLA 객원교수
- 1992년 3월 ~ 현재 가천대학교 전자공학과 교수.
- 주관심분야 : RF회로설계, RF 및 mmW 부품 설계, Meta-material 응용 및 안테나설계