

# 기생 패치 면을 갖는 이중 대역 원형 마이크로스트립 패치 안테나

## Dual-Band Circle Microstrip Patch Antenna with Parasitic Patch

노승진 · 신희영 · 김영상 · 김남수

Seung-Jin Noh · Heai-Young Shin · Young-Sang Kim · Nam-Soo Kim

### 요 약

본 논문에서는 기생 패치를 이용하여 위성 DMB(Digital Multimedia Broadcasting)와 ITS(Intelligent Transport System) 서비스를 동시에 수신할 수 있는 이중 대역 안테나의 구조를 제안하고, 실제 제작을 통하여 성능을 확인하였다. 제작한 이중 모드 안테나는 위성 DMB 수신 안테나와 ITS 수신 안테나가 각각 약 380 MHz와 600 MHz의 -10 dB 대역폭을 갖고, 최소 반사 손실은 약 -27 dB와 -17 dB로 측정되었으며, 이는 시뮬레이션 결과와 잘 일치하였다. 위성 DMB 수신 안테나의 경우, 중심 주파수 2.6 GHz에서 수평면에서는 무지향성을 갖고 수직면에서는  $\theta$ 가 45°일 때 최대 이득 약 4.2 dBi를 갖는 원추형 방사 패턴을 가졌다. ITS 수신 안테나의 경우에는 중심 주파수 5.8 GHz에서  $\theta$ 가 0°일 때 최대 이득 약 6.4 dBi를 갖는 지향성 방사 패턴을 가졌다.

### Abstract

In this paper, we propose and fabricate the dual-band microstrip patch antenna with parasitic patch for S-DMB(Satellite-Digital Multimedia Broadcasting) and ITS(Intelligent Transport System) services. The measured -10 dB bandwidth and the minimum return loss is 300 MHz and -27 dB for S-DMB, 600 MHz and -17 dB for ITS, respectively. It is noticed that the measured and simulated results are agreed well. The S-DMB antenna has conical beam pattern in the vertical plane and has omni-directional beam pattern in the horizontal plane. The conical beam pattern has the maximum gain about 4.2 dBi when  $\theta$  is 45° at the center frequency of 2.6 GHz. The ITS antenna has directional beam pattern in the vertical plane that has maximum gain about 6.4 dBi when  $\theta$  is 0° at the center frequency of 5.8 GHz.

Key words : DMB Antenna, Parasitic Patch, Ring-Shape, Circle Antenna

### I. 서 론

무선 통신의 발달과 더불어 최근 국내에서는 고속 주행 중에도 TV를 시청할 수 있는 위성 DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 서비스가 실시되고 있으며, 전국적인 지상파 DMB 서비스를 목전에 두고 있는 상태이다. 한편 현행 교통 체계를 첨단화하기 위해 위치 정보 서비스, 텔레매틱스 서비스 등이

결합된 ITS(지능형 교통 시스템: Intelligent Transport Systems) 서비스가 활성화 될 것으로 전망된다<sup>[1],[2]</sup>.

현재 사용하고 있는 위성 DMB 수신 안테나는 중심 주파수가 2.6 GHz이고, 대역폭은 2.605~2.655 GHz까지 50 MHz를 갖는다. 그리고 ITS 서비스 수신 안테나는 중심 주파수 5.8 GHz, 대역폭은 5.795~5.815 GHz까지 20 MHz를 갖는다.

지금까지 차량의 경우, 위성 DMB 및 ITS를 수신

「본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.」

청주대학교 전자공학과(Dept. of Electronic Computer and Communication Eng., Cheongju University)

· 논문 번호 : 20060516-053

· 수정완료일자 : 2006년 6월 27일

하기 위해서는 독립된 안테나가 각각 필요하였다. 또한 위성 DMB 안테나는 DMB 전용 위성인 한별 위성으로부터 대한민국에 걸쳐 약 44°~46°의 수신 각도를 갖기 때문에 이 각도로 수신하기 위해 DMB 안테나의 수평 방향에서 전방향성과 수직 방향에서 주 빔(main lobe)이 45° 기울어진 방사 패턴을 요구하며<sup>[3][4]</sup>, ITS는 노변 기지국으로부터의 신호를 수신해야 하기 때문에 수직 방향으로 지향성 방사 패턴<sup>[5]~[7]</sup>을 요구한다.

본 논문에서 제안하는 안테나는 두 개의 안테나를 독립적으로 사용해야 하는 단점을 개선하여, 두 서비스를 하나의 안테나로 동시에 수신할 수 있는 이중 대역 안테나<sup>[8]</sup>이다. 그리고 위성 DMB 및 ITS는 요구하는 방사 패턴이 서로 상이하므로, 이 요구 방사 패턴을 만족시키기 위하여 특별한 구조의 안테나를 제안하였다.

제안된 안테나는 2개 층으로 구성되어 있다. 하단에는 이중 대역 마이크로스트립 방사 패치 면과 접지 면을 갖는 유전체로 구성하였고, 상단에는 중앙에 구멍이 뚫린 원형의 기생 패치면으로 구성하였다. 하단의 방사 패치 면은 위성 DMB와 ITS를 수신하도록 각각의 중심 주파수에서 공진을 시켰다. 상단의 기생 패치 면은 DMB와 ITS의 상이한 방사 패턴을 갖도록 하고 안테나의 이득을 높이기 위해 사용되었다.

본 논문의 구성은 제2장에서 이중 대역 마이크로스트립 방사 패치 안테나의 설계 및 특징을 서술하고, 제3장에서는 기생 패치의 크기에 따른 방사 패턴과 안테나 이득의 변화를 서술하였다. 제4장에서는 제안한 안테나의 특성을 시뮬레이션 결과와 실제 제작 및 측정을 통한 결과를 비교하여 분석하였다. 마지막으로 제5장에서는 본 논문의 결론을 서술하였다.

## II. 방사 패치의 구조

다음 그림 1은 본 논문에서 제안한 이중 대역 안테나의 측면도를 나타낸 것이다. 앞에서 설명한 바와 같이 하단은 방사 패치로 구성되어 있고, 상단은 기생 패치로 구성되어 있다.

안테나의 크기는 공진 주파수에 해당하는 파장에

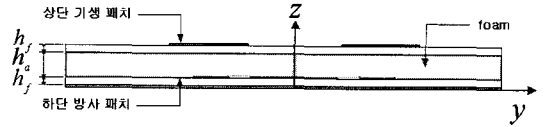


그림 1. 제안된 이중 대역 안테나의 측면도  
Fig. 1. Side view of the proposed antenna.

비례하여 커지게 된다. 따라서 ITS(중심 주파수 5.8 GHz) 안테나와 비교하여 긴 파장을 갖는 위성 DMB(중심 주파수 2.6 GHz) 안테나의 크기를 전체 안테나 크기로 고려하였다. 원형 마이크로스트립 패치 안테나는 원형 패치의 반지름에 따라 공진 주파수를 결정할 수 있으며, 이때 공진 주파수는 TM-모드에 의해서 달라지고 이는 식 (1)을 통해 구할 수 있다<sup>[6]</sup>.

$$(f_r)_{nm} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\mu\epsilon_r}} \left( \frac{X_{nm}}{a_e} \right) \quad (1)$$

여기서  $X_{nm}$ ( $n$  및  $m=0, 1, 2, 3, \dots$ )은 TM-모드를 결정하는 파라메타인데,  $n$ 은 각 모드(Angle mode)이고  $m$ 은 방사 모드를 나타낸다.  $\epsilon_r$ 과  $a_e$ 는 각각 기판의 유전율과 안테나의 전기적 반지름을 나타낸다. 그리고  $\mu$ 는 사용된 패치 면의 투자율이며,  $\mu(\text{co-pper})=0.9999 \approx 1$ 을 갖는다.

안테나의 전기적 반지름은 물리적 길이 이외에 전기적 길이를 포함하므로 안테나의 실제 물리적 반지름  $a$ 와 전기적 반지름  $a_e$  사이에는 다음과 같은 관계가 있다<sup>[7]</sup>.

$$a = \frac{a_e}{\left( 1 + \frac{2h}{\pi\epsilon_r a_e} \left[ \ln\left( \frac{\pi a_e}{2h} \right) + 1.7726 \right] \right)^{1/2}} \quad (2)$$

여기서  $h$ 는 사용된 유전체의 높이를 나타낸다.

그림 2는 제안된 하단 이중 대역 마이크로스트립 방사 패치의 구조를 나타내고 있다.

위성 DMB 안테나는 원추형 방사 패턴을 가져야 하므로  $TM_{21}$  모드이어야 하고<sup>[6]</sup>, 이때 식 (1)에서  $X_{nm}$ 는 3.054를 갖는다. 위성으로부터 송신된 신호는 편파 특성을 갖고 있기 때문에 45° 급전선(feeding line)을 이용하여 RHCP(Right Hand Circular Polarization)가 유도되도록 하였다. 일반적인 원형 패치 안테나의 경우 식 (2)를 이용하여 안테나의 반지름을 구하지만, 제안된 위성 DMB 안테나의 경우 중심에

ITS 주파수에서 공진되는 안테나를 삽입시키기 위하여 환형으로 설계하였다. 이때, 환형의 외심 반경 및 내심 반경은 식 (2)에서 구한 위성 DMB 안테나의 반지름을 기초로 하여 식 (3)을 통해 구한다<sup>[8]</sup>.

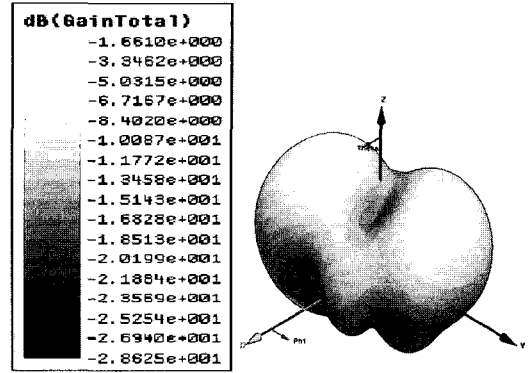
$$a = \frac{(S_i + S_o)}{2} \quad (3)$$

여기서  $S_i$ 와  $S_o$ 는 각각 위성 DMB 안테나의 내부 반경 및 외부 반경을 나타낸다.

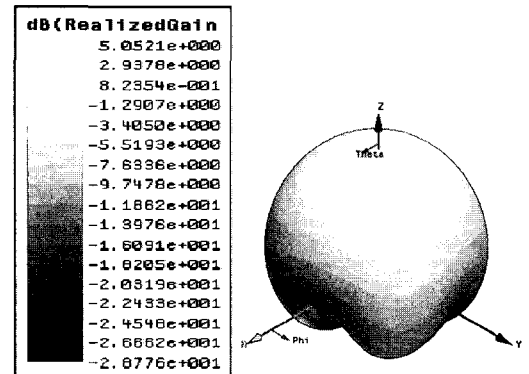
ITS 안테나는 위성 DMB 안테나의 특성과는 달리 수직 방향으로 지향성 방사 패턴을 갖는 일반적인 원형 패치 안테나이므로 TM<sub>11</sub> 모드로<sup>[6]</sup> 동작하게 된다. 그러므로 식 (1)에서  $X_{nm}$ 는 0.6773을 갖는다. 식 (2)를 통하여 ITS 안테나의 반지름을 설계하고 노변 기지국으로부터 송신되는 신호가 편파 특성을 가지고 있기 때문에 slit을 이용하여 RHCP를 유도하였다.

방사 패치 안테나의 반지름은 ITS 안테나와 위성 DMB 안테나의 중심 주파수인 5.8 GHz와 2.6 GHz로 각각 계산과 시뮬레이션을 통해 설계하였다.

그림 3은 제안한 구조인 그림 2의 방사 패턴과 안테나 이득을 시뮬레이션한 결과이다. 이 그림으로부터 ITS 안테나는 수직 방향 지향성 방사 패턴을 갖고, 이득이 5 dBi를 갖음을 알 수 있다. 하지만 위성 DMB 안테나의 경우, 방사가 이루어지는 패치 면 중심에 ITS 안테나를 삽입하므로써 위성 DMB 안테나의 방사 면적이 줄어들게 된다. 결국 위성 DMB 안



(a) 위성 DMB의 방사 패턴(중심 주파수 2.6 GHz)  
(a) Radiation pattern of S-DMB at 2.6 GHz



(b) ITS의 방사 패턴(중심 주파수 5.8 GHz)  
(b) Radiation pattern of ITS at 5.8 GHz

그림 3. 그림 2의 방사 패턴과 안테나 이득  
Fig. 3. Radiation pattern and gain of the dual-band microstrip radiation patch in Fig. 2.

테나의 방사 패턴은 전방향성이 되지 않고 안테나 이득 역시 크게 감소하게 된다. 따라서 위성 DMB 안테나의 방사 패턴과 안테나 이득을 개선하고, 동시에 ITS 안테나의 방사 패턴과 안테나 이득을 유지시킬 수 있는 기생 패치가 필요하게 되었다.

### III. 기생 패치의 구조 및 영향

상단의 기생 패치 면은 DMB와 ITS의 상이한 방사 패턴을 갖도록 하고 안테나의 이득을 높이기 위해 사용하였으며, 그림 4는 제안된 기생 패치 면의 구조를 나타내고 있다.

기생 패치 면과 방사면 사이에서 발생하는 전기적 커플링 효과<sup>[9],[10]</sup>를 이용하게 된다. 커플링 효과

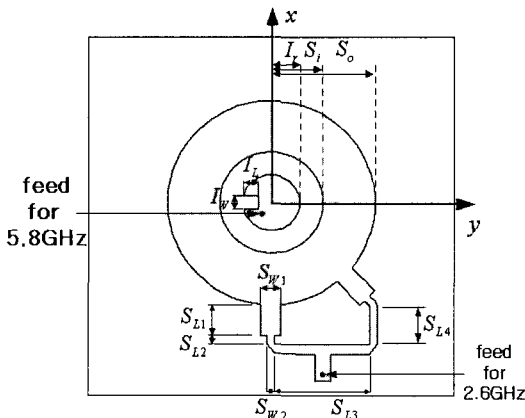


그림 2. 이중 대역 마이크로스트립 방사 패치의 구조  
Fig. 2. Structure of the dual-band microstrip radiation patch.

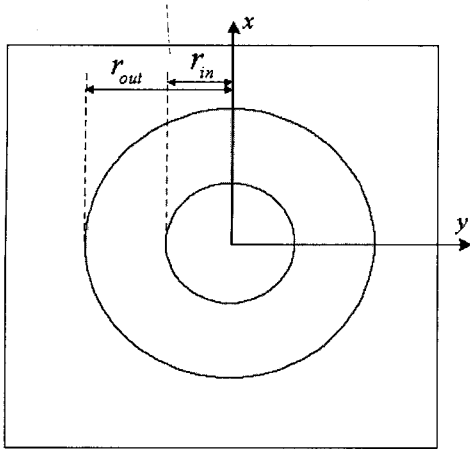


그림 4. 기생 패치의 구조  
Fig. 4. Structure of the parasitic patch.

는 기생 패치면과 방사면 사이에 유격과 서로 맞닿는 면적을 이용하여 임피던스 정합을 통해 두 대역 모두 방사면 표면에서 발생하는 전계를 강하게 유도시킨다. 유도된 전계는 방사면 전체에 균일한 자계가 형성되도록 하여 위성 DMB 안테나가 전방향성 방사 패턴을 갖도록 한다. 결국 기생 패치 면은 방사면에 전계 및 자계가 균일하게 발생하도록 유도하는 유도체 역할을 한다.

제안된 기생 패치 면이 위성 DMB 안테나와 ITS 안테나에 미치는 영향을 분석하기 위해 공기층의 높이  $h_a$ 의 변화에 따른 임피던스 변화를 스미스 도표로 분석하였다. 또한 기생 패치 면의 외부 반경  $r_{out}$ 과 기생 패치 면의 내부 반경  $r_{in}$ 을 변화시키면서 유한 접지면 설정을 사용하는 Ansoft HFSS 9.0을 사용하여 시뮬레이션 하였다<sup>[11]</sup>.

그림 5의 (a)와 (b)는 기생 패치를 적용한 경우, 각각 2.6 GHz 대역과 5.8 GHz 대역의 안테나 이득과 방사 패턴의 변화를 나타내고 있다. 시뮬레이션을 통하여, 2.6 GHz 대역은 파라메타  $r_{out}$ 이 커질수록 안테나 이득이 증가하다가  $r_{out}$ 이 41 mm 인 지점에서 약 5 dBi를 확인할 수 있었다. 또한 5.8 GHz 대역은 파라메타  $r_{in}$ 의 크기에 따라 이득이 5.5 dBi 이상을 유지할 수 있었다. 하지만  $r_{in}$ 의 크기가 19 mm 이상으로 커지게 되었을 때 2.6 GHz 대역 안테나의 방사 패턴이 영향을 받는 것으로 나타났다. 따라서 제안된 안테나는  $r_{out}=41$  mm,  $r_{in}=19$  mm

로 설계할 때 2.6 GHz 대역 안테나는 무지향성의 원추형 방사 패턴과 최대 안테나 이득을 얻을 수 있었으며, 5.8 GHz 대역 안테나는 수직 방향 지향성 방사 패턴을 유지하면서 높은 안테나 이득을 유지할 수 있었다.

그림 6은 시뮬레이션을 통한 각 대역의 반사 손실 변화를 나타내고 있다.

시뮬레이션 결과 위성 DMB 수신 안테나의 경우 기생 패치를 사용하지 않은 경우의 이득인 -1.6 dBi에 비해서 이득은 약 6 dB 개선된 5 dBi를 얻었다. 그리고 수평면 방사 패턴은 전방향성을 가지며, 수직면에서 최소 안테나 이득 2.5 dBi를 경계로 하는  $\theta$  값이 20°에서 56°로 최대 안테나 이득 5 dBi를 얻었다.

ITS 수신 안테나의 경우, 방사 패턴은 수직 방향 지향성 특성을 가지며, 안테나 이득은 약 7 dBi를 얻었다.

#### IV. 실험 결과 및 고찰

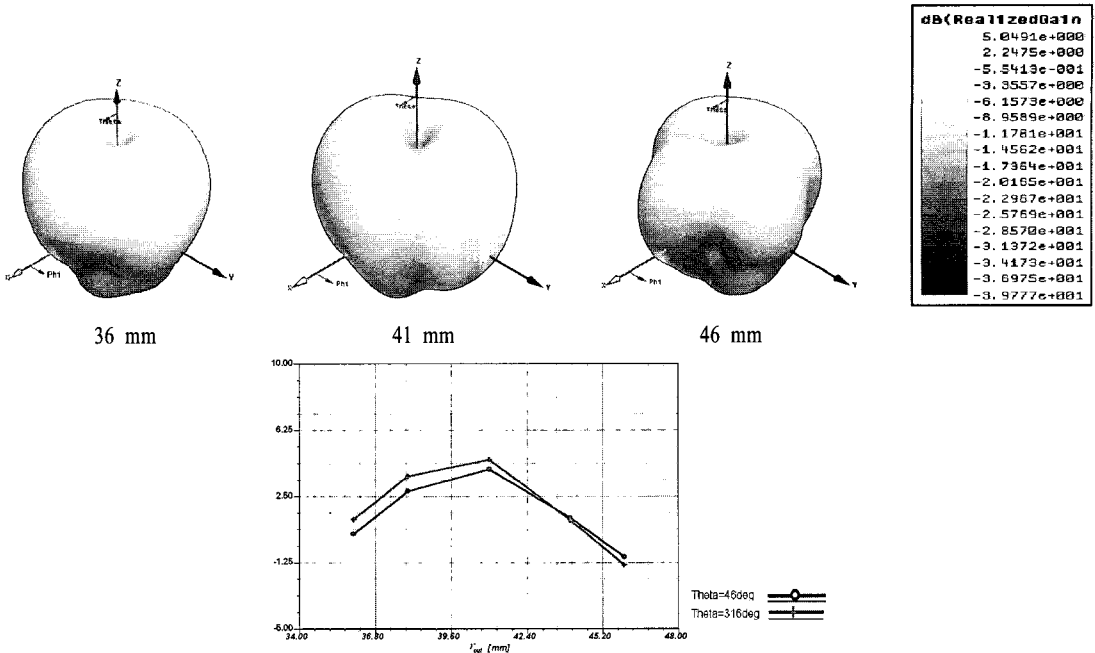
시뮬레이션 결과를 통해 결정된 각 파라메타들을 기본으로 하여 실제 안테나를 제작하였다. 이 때 제안한 안테나는 FR4 기판(유전율: 4.5, 높이: 1.5 mm)을 사용하여 제작하였으며, 하단 방사면과 상단 기생 패치 면을 지지하도록 foam(유전율: 1.05, 높이: 5 mm)을 삽입하였다. 표 1은 제작된 안테나의 설계

표 1. 제작된 안테나의 설계값  
Table 1. Dimension of the antenna.

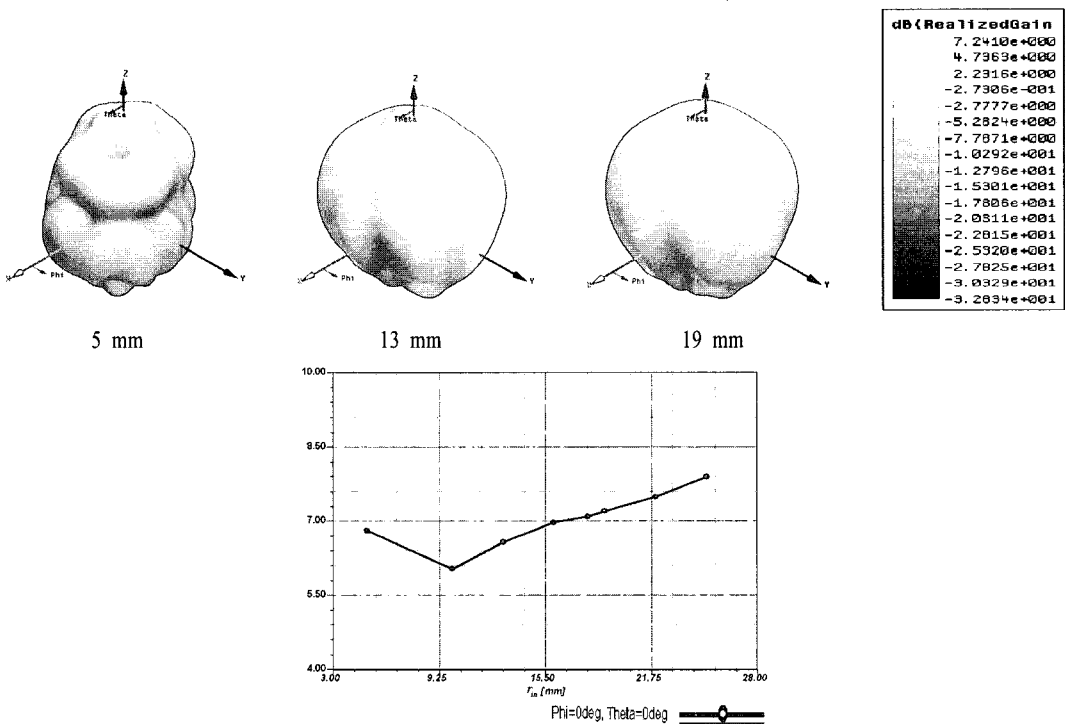
설계변수	$S_i$	$S_o$	$S_{W1}$	$S_{W2}$	$S_{L1}$	$S_{L2}$	$S_{L3}$
길이(mm)	12	26	4.5	1.5	9.5	1.5	26
설계변수	$S_{L4}$	$I_r$	$I_w$	$I_l$	$h_f$	$h_a$	
길이(mm)	9.5	6.6	2	3	1.5	5	

표 2.  $r_{out}$ 와  $r_{in}$ 의 최적화된 수치  
Table 2. Design parameter of the optimized antenna.

	설계변수	길이 (mm)	$f_c$ (GHz)	2.5 dBi 이상 $\theta$ (deg)	최대 이득
기생 패치	$r_{out}$	41	2.6	-21.6 ~ -48.96, 25.92 ~ 60.48	4.2 dBi
	$r_{in}$	19	5.8	-31.68 ~ 30.24	6.4 dBi

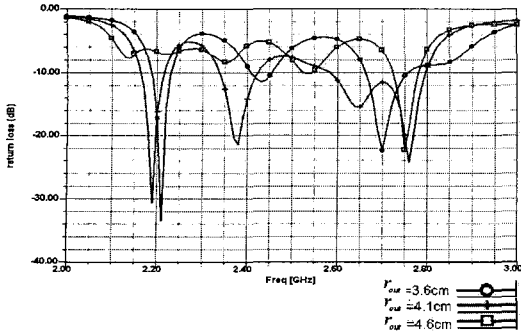


(a)  $r_{out}$ 의 변화에 따른 안테나 방사 패턴과 이득(중심 주파수 2.6 GHz)  
 (a) Antenna gain vs.  $r_{out}$  at 2.6 GHz

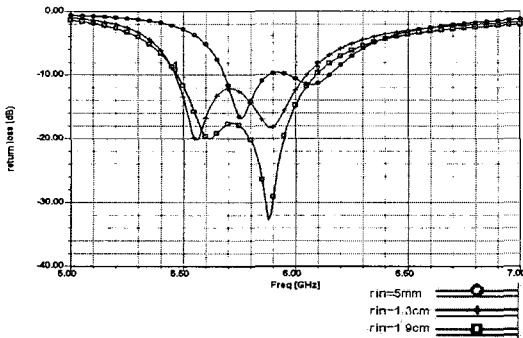


(b)  $r_{in}$ 의 변화에 따른 안테나 방사 패턴과 이득(중심 주파수 5.8 GHz)  
 (b) Antenna gain vs.  $r_{in}$  at 5.8 GHz

그림 5. 파라메타 변화에 따른 특성 변화  
 Fig. 5. Radiation pattern characteristics.



(a) 2.6 GHz  $r_{out}$ =36 mm, 41 mm, 46 mm



(b) 5.8 GHz  $r_{in}$ =5 mm, 13 mm, 19 mm

그림 6. 반사 손실 변화

Fig. 6. The variation of return loss.

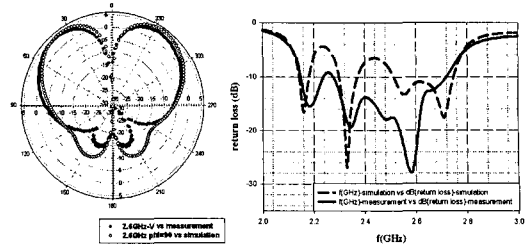
값을 나타내고 있다.

표 2는 최적화된  $r_{out}$ 과  $r_{in}$ 의 치수를 적용하여 제작된 안테나의 수치적인 결과와 허용 각도 그리고 최대 이득을 나타내고 있다.

그림 7은 제작된 안테나의 방사 패턴과 반사 손실 측정 결과를 시뮬레이션 결과와 비교하여 나타내었다. 제작된 안테나의 반사 손실 측정 결과 위성 DMB 안테나의 경우 -10 dB 대역폭이 380 MHz이고, ITS 안테나의 경우 600 MHz의 대역폭을 갖는다. 또한 제작된 안테나의 방사 패턴이 시뮬레이션 결과와 거의 일치하는 것을 확인하였다.

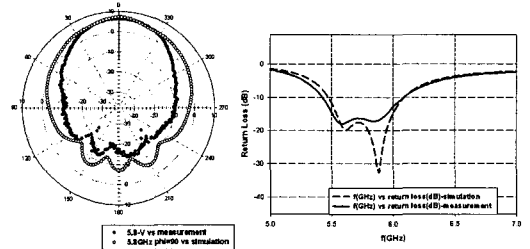
그림 7에서 back-lobe와 반사 손실이 차이를 보이는 이유는 제작시 생기는 급전 포트 구멍 위치의 밀리미터 단위에서 생기는 오차로 분석되며, 또한 제작에 사용된 유전체의 유전율에서 차이가 있을 수 있다.

그림 8은 동작 주파수 2.6 GHz에서 방위각과 주파수에 따른 축비(axial ratio)를 시뮬레이션을 통해



(a) 방사 패턴 및 반사 손실 - 2.6 GHz 위성 DMB

(a) The radiation pattern and return loss of satellite-based DMB receiving antenna



(b) 방사 패턴 및 반사 손실 - 5.8 GHz ITS

(b) The radiation pattern and return loss of ITS receiving antenna

그림 7. 시뮬레이션 결과와 실제 측정치 비교

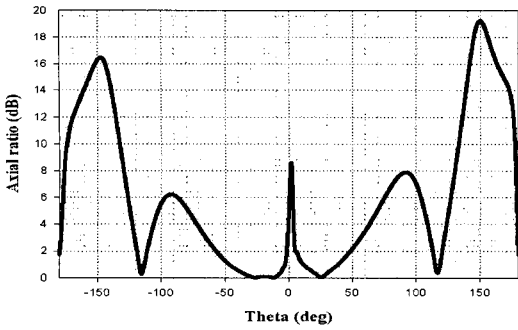
Fig. 7. Simulation and measured results of the proposed antenna.

확인하였다. 위성 DMB 안테나의 관심 방위각인  $\theta = 45^\circ$ 에서 1.54 dB를 얻었고, 주파수에 따른 축비의 시뮬레이션 결과에서 최대 1.5 dB 이하 축비 대역폭이 120 MHz를 갖는다. 그림 9는 동작 주파수 5.8 GHz에서 방위각에 따른 축비의 경우 ITS 안테나 관심 방위각인  $\theta = 0^\circ$ 에서 0.85 dB로 우수한 성능을 나타냈다. 또한 주파수 대 축비는 시뮬레이션 결과 최대 1.5 dB 이하 축비 대역폭이 80 MHz로 나타났다.

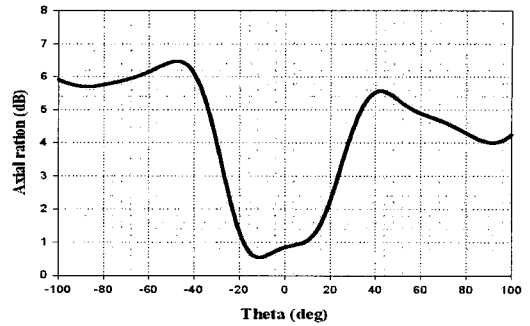
## V. 결 론

본 논문에서는 위성 DMB와 ITS 서비스를 동시에 수신할 수 있는 이중 대역 안테나의 구조를 제안하고, 시뮬레이션 결과와 제작을 통한 측정치를 비교 분석하였다. 특히 제안된 안테나는 지금까지 고려되지 않았던 서로 다른 방사 패턴인 위성 DMB 안테나의 원추형 패턴과 ITS 안테나의 수직 방향 지향성 방사 패턴을 갖는 구조를 제안하였다.

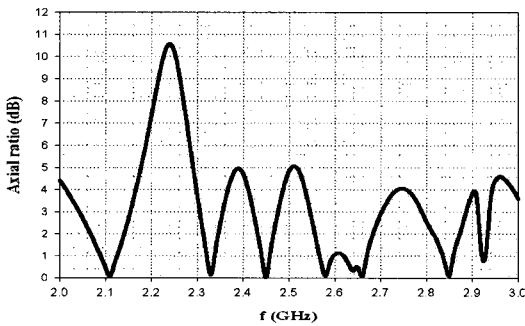
본 논문에서 제안된 안테나는 120 mm×120 mm



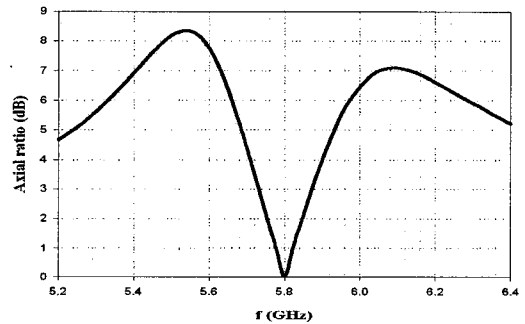
(a) 방위각에 따른 축비 - 2.6 GHz  
(a) Axial ratio vs. Theta at 2.6 GHz



(a) 방위각에 따른 축비 - 5.8 GHz  
(a) Axial ratio vs. Theta at 5.8 GHz



(b) 주파수에 따른 축비  
(b) Axial ratio vs. frequency



(b) 주파수에 따른 축비  
(b) Axial ratio vs. frequency

그림 8. 위성 DMB의 방위각과 주파수에 따른 축비  
Fig. 8. Axial ratio vs. frequency & Theta of satellite DMB receiving antenna.

그림 9. ITS의 방위각과 주파수에 따른 축비  
Fig. 9. Axial ratio vs. frequency & Theta of ITS receiving antenna.

의 크기로 제작하였고, 기생 패치 면의 높이에 따른 임피던스 정합을 최적화 할 수 있도록 공기층을 포함한 전체 높이 8 mm인 마이크로스트립 패치 안테나를 설계하였다.

실제 제작된 안테나의 측정 결과 위성 DMB 안테나는 중심 주파수 대 -10 dB 대역폭이 약 15 %, ITS 안테나는 약 10 %를 얻었으며, 안테나 이득은 위성 DMB 안테나의 경우 약 4.2 dBi, 그리고 ITS 안테나는 6.4 dBi를 얻었다. 이 결과는 시뮬레이션 결과와 잘 일치하였다. 또한, 위성 DMB 안테나는 원추형 방사 패턴을 얻었고, ITS 안테나는 수직 방향 지향성 방사 패턴을 얻었다.

따라서 본 연구에서 제안된 안테나는 위성 DMB와 ITS 서비스를 동시에 수신할 수 있는 이중 대역 안테나로 직접 사용이 가능함을 실험을 통하여 확인하였다.

### 참고 문헌

- [1] H. Okado, "A 2.4 and 5 GHz dual band antenna", *IEEE Antenna and Propagation Society International Symposium*, vol. 3, pp. 2596-2598, Jun. 2004.
- [2] Soon Ho Hwang, Young Jun Cho, and Seong Ook Park, "An internal dual band antenna for bluetooth/DMB application", *IEEE Antenna and Propagation Society International Symposium*, vol. 2B, pp. 535-538, Jul. 2005.
- [3] J. Huang, "Circularly polarized conical patterns from circular microstrip antennas", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 32, no. 9, pp. 991-994, Sep. 1984.
- [4] A. Derneryd, "Analysis of the microstrip disk antenna element", *IEEE Transactions on Antennas and*

*Propagation*, vol. 27, no. 5, pp. 660-664, Sep. 1979.

[5] Constatine A. Balanis, *Antenna Theory Analysis and Design*, Wiley, 1997.

[6] R. Garg, P. Bhartia, I. Bahl, and A. Ittipiboon, *Microstrip Antenna Design Handbook*, Artech House, 2001.

[7] J. R. James, P. S. Hall, and C. Wood, *Handbook of Microstrip Antennas*, Peter Peregrinus, 1989.

[8] Gh. Rafi, L. Shafai, "Broadband microstrip patch antenna with V-slot", *IEE Proceedings on Microwave Antennas and Propagation, Proc.*, vol. 151, no. 5, pp. 435-440, Oct. 2004.

[9] Kwok Wa Leung, Hoi Kuen Ng, "The slot-coupled

hemispherical dielectric resonator antenna with a parasitic patch: applications to the circularly polarized antenna and wide-band antenna", *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 53, no. 5, pp. 1762-1769, May 2005.

[10] S. Y. Eom, S. I. Jeon, and A. V. Shishlov, "High gain radiating structure using multi-layered metallic disks", *IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium*, vol. 2, pp. 1595-1598, Jun. 2004.

[11] High-Frequency structure Simulator(HFSS) Ansoft Corp., Ver. 9.0, [Online]. Available: www.ansoft.com

노 승 진



2005년 2월: 청주대학교 정보통신 공학부 (공학사)  
 2005년 3월~현재: 청주대학교 전자공학과 석사과정  
 [주 관심분야] 송신 다이버시티, DMB 이중대역 안테나 등

김 영 상



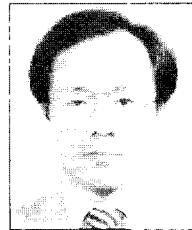
2005년 2월: 청주대학교 정보통신 공학부 (공학사)  
 2005년 3월~현재: 청주대학교 전자공학과 석사과정  
 [주 관심분야] Cooperative diversity, DMB 이중대역 안테나 등

신 희 영



1999년 2월: 청주대학교 정보통신 공학부 (공학사)  
 1999년 3월~2001년 2월: 청주대학교 전자공학과 (공학석사)  
 2001년 3월~현재: 청주대학교 전자공학과 박사과정  
 [주 관심분야] MIMO, DMB 이중대역 안테나 등

김 남 수



1986년 7월~1994년 2월: 한국전자통신연구소 이동통신 연구단 무선기술 실장 역임  
 1991년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학박사)  
 1991년 1월~1991년 10월: BNR (Bell Northern Research) 방문연구원

2002년 1월~2003년 1월: NJIT(New Jersey Institute of Technology) 교환교수  
 1994년 3월~현재: 청주대학교 전자정보공학부 교수  
 [주 관심분야] 무선 이동통신 채널, 이동통신 시스템 설계, 디지털 변복조 시스템