韓國電磁波學會論文誌 第 10 卷 第 4 號 1999年 8月 論文 99-10-4-12

실내 환경에서 지향성 안테나에 따른 다이버시티 기법 연구

A Study on the Diversity Scheme with Directional Antennas for Indoor Environments

이영수* · 홍순학* · 윤영중* · 장재석** · 유흥렬**

Young-Su Lee* · Sun-Hak Hong* · Young-Joong Yoon* · Jae-Seok Jang** · Heung-Ryeol You**

요 약

본 논문에서는 실내환경에서 안테나의 빔 폭에 따른 편파 다이버시티 특성을 분석하고, 실내환경에 적합한 편파 다이버시티용 안테나를 제안하기 위하여 소형, 경량, 박형의 지향성 패턴을 갖는 이중편파 마이크로스트립 배열 안테나를 이용하여 편파 다이버시티 특성을 살펴보았다. 제작된 안테나는 빔 폭이 각각 70°와 20°인 1×4 배열과 4×4 배열의 안테나이며, 중심주파수는 IMT-2000 주파수대역인 1890 MHz이다. 안테나의 빔 폭에 따른 특성을 분석하기 위하여, 도파관 구조의 다양한 폭을 지닌 복도에서 측정을 하였으며, 이를 다이폴 안테나를 사용한 공간 다이버시티 기법의 결과와 비교하였다. 측정 및 분석 결과 제작된 지향성을 갖는 이중편파 마이크로스트립 배열 안테나를 사용한 편파 다이버시티 기법이 공간 다이버시티 기법보다 환경에 따라 약 1~7 dB이상의 더 높은 다이버시티 이득을 나타냈다. 따라서 실내환경구조에 따른 적합한 지향성 빔 패턴을 갖는 안테나 및 다이버시티 시스템 설계에 효과적으로 사용되어질 수 있을 것으로 판단된다.

Abstract

In this paper, we fabricated dual polarization microstrip array antenna to analyze the performance of polarization diversity of each antennas beamwidth and recommend suitable polarization diversity antenna under indoor environments. The proposed antennas which have directional beam patterns are small, light and thin. Also they are 1×4 array and 4×4 array antenna with 70°, 20° beamwidth, respectively. The center frequency is 1890 MHz, IMT-2000's frequency. We also measured the antennas' characteristics of each beamwidth in various waveguide structured corridor and compared them with the case of space diversity using the dipole antenna. The measurement shows that the polarization diversity using directional dual polarization microstrip array antennas has more 1~7 dB diversity gain than the space diversity using the dipole antenna. Therefore, the proposed antennas are expected to be efficiently used for the design of optimal directional beam pattern antenna and diversity system for indoor environments.

「본 논문은 한국통신 무선통신연구소의 연구비 지원에 의하여 수행되었음」

* 연세대학교 전기 · 컴퓨터공학과(Dept. of Elec. & Computer Eng., Yonsei Univ.)

** 한국통신 가입자망연구소(KT-Telecom)

· 논 문 번 호 : 990317-029

· 수정완료일자 : 1999년 4월 16일

I. 서 론

차세대 이동통신시스템인 IMT-2000 환경에서는 현재의 이동자 중심의 서비스 형태에서 보행자 중심의 서비스가 증가 할 것으로 판단된다. 보행자 중심의 환경에서는 실내환경에서의 통신수요가 증가할 것으로 보이며 또한 무선 LAN, WLL과 같은 서비스가 대중화되어질 것으로 보인다. 실내환경의 경우 수많은 반사파와 산란파들이 다중경로 페이딩 현상을 발생시키며, 또한 사람들의 존재로 인해 약 30 dB 정도의 깊은 페이딩을 야기 시키게 된다. 이러한 깊은 페이딩은 S/N의 손실을 발생시키게 되므로 무선링크의 품질을 저하시키게 된다. 이러한 문제를 해결할 수 있는 개선책으로 다이버시티 기법이 있다. 현재 가장 많이 사용되어지는 다이버시티 기법으로는 공간 다이버시티 기법이 있으나 두 개의 수신안테나를 일정거리 이상 이격시켜야하는 공간상의 문제로 두 개의 수신안테나를 같은 공간상에 위치시킬 수 있는 편파 다이버시티기법이 활발하게 연구되어지고 있다[1]~[3]. 편파 다이버시티 기법의 경우 다이버시티 이득이 다중경로를 통해 신호가 전파해 가면서 편파의 변화(rotation)로부터 오게 되므로 두 개의 수신안테나를 같은 공간상에 위치시키는 것이 가능하게 된다. 그러므로 기지국단에서 편파 다이버시티 기법을 사용할 경우 공간상의 크기 문제를 해결할 수 있으며, 작은 크기의 안테나 실현이 가능하게 되므로 환경친화적 안테나 구현이 가능하게 된다.

본 논문에서는 실내환경에 적합한 작고, 위치선정이 용이한 안테나의 구현을 위해 소형, 경량의 박형구조를 갖는 빔 폭이 70°인 1×4 배열 이중편파 마이크로스트립 안테나와 빔 폭이 20° 정도인 4×4 배열 이중편파 마이크로스트립 안테나를 제작하였다. 다양한 실내복도환경에서 복도의 폭에 따른 다이폴 안테나를 이용한 공간 다이버시티 기법과 제작된 이중편파 마이크로스트립 안테나를 이용한 편파 다이버시 기법의 성능을 분석하기 위하여 복도의 폭이 5, 8, 10, 12미터인 복도환경에서 측정을 수행하였다.

본 논문의 제2장에서는 제작된 이중편파 마이크로스트립 안테나의 특성에 대해서 다루고, 제3장에서는 측정 시스템 및 환경에 대해서 기술하였으며, 제4장에서는 측정된 자료의 분석결과를, 제5장에서는 전체적인 결론을 기술하였다.

II. 이중편파 마이크로스트립 안테나

실내환경에서 안테나 빔 폭에 따른 편파 다이버시티 기법을 연구하기 위해서 IMT-2000환경인 1890 MHz ± 10 MHz의 대역폭을 가지는 1×4, 4×4 이중편파 마이크로스트립 안테나를 제작하였다. 그림 1은 제작된 1×4 이중편파 마이크로스트립 안테나의 평면도를 나타내고 있다. 안테나의 전체적인 크기는 35×25 cm(가로×세로)이며 일차원 배열을 이루게 된다. 그림 1의 안테나는 수평(azimuth)방향으로 약 20°, 수직(elevation)방향으로 약 70°의 빔폭을 가지도록 설계하기 위해서 단일 안테나 소자를 한쪽방향으로 배열하고, 마이크로스트립 패치 안테나 양면에 서로 다른 2개의 마이크로스트립 급전 선로를 서로 직각이 되도록 급전을 해 주면서 2개의 서로 다른 선형 편파 특성을 얻는 안테나이다.

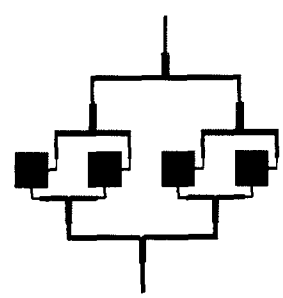


그림 1. 1×4 이중편파 마이크로스트립 안테나 평면도
Fig. 1. Layout of 1×4 dual polarization microstrip antenna.

그림 2는 제작된 4×4 이중편파 마이크로스트립 안테나의 평면도를 나타내고 있다. 안테나의 전체적인 크기는 35×35 cm이다. 그림 2의 안테나는 수평방향과 수직방향 모두 약 20°의 빔폭을 가지도록 4×4 이차원 배열 구조로 설계를 하고, 이차원으로 배열된 마이크로스트립 안테나에 직각이 되도록 급전을 해주는 방식으로써, 마이크로스트립 급전과 동축선로 급전을 수직으로 함으로써 2개의 편파를 얻으면서 배열로 확장할 수 있는 방법을 이용하여 설계하였다.

표 1과 표 2는 제작된 1×4, 4×4 이중편파 마이크로스트립 안테나의 방사특성을 나타내고 있다.

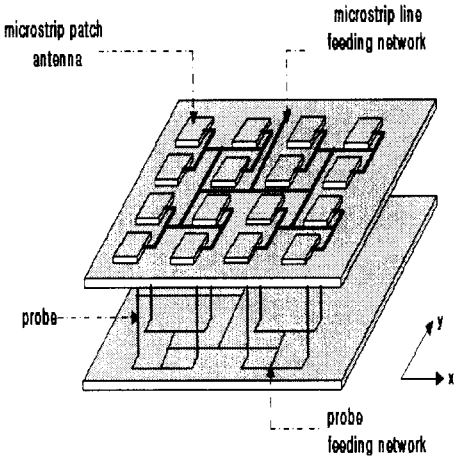


그림 2. 4×4 이중편파 마이크로스트립 안테나 평면도
Fig. 2. Layout of 4×4 dual polarization microstrip antenna.

Ⅲ. 측정 시스템 및 환경

3-1 측정 시스템

3-1-1 공간 다이버시티

다이버시티 수신은 두 개 이상의 독립적인 채널 상태를 통해 수신되는 신호에 의존하며 최적의 결합 논리를 이용한다. 공간 다이버시티에서는 동일 페이딩을 피하기 위해 안테나간의 간격을 충분히 멀리 떨어지게 한다. 이와 같이 하여 수신상태는 크게 개선되며 상관성이 적은 다이버시티의 수를

표 1. 1×4 이중편파 마이크로스트립 안테나의 방사 특성
Table 1. 1×4 Characteristics of radiation for dual polarization microstrip antenna.

특 성		중심주파수	빔 폭	SLL	교차편파
H-plane 배열	수직방향	1.89 GHz	100°	-14.8 dB	-20.50 dB
	수평방향		20°	-12.3 dB	-20.88 dB
E-plane 배열	수직방향		17°	-11.3 dB	-21.15 dB
	수평방향		70°	-22.7 dB	-25.56 dB

표 2. 4×4 이중편파 마이크로스트립 안테나의 방사 특성
Table 2. 4×4 Characteristics of radiation for dual polarization microstrip antenna.

특 성		중심주파수	빔 폭	SLL	교차편파
Microstrip 급전부	수직방향	1.89GHz	21°	-12.5dB	-28.62dB
	수평방향		23°	-13.3dB	-24.63dB
Toaxial line 급전부	수직방향		22°	-14.2dB	-29.05dB
	수평방향		20°	-12.5dB	-19.79dB

늘림으로써 효과는 향상된다. 페이딩 패턴의 상관성을 없게 하기 위해 필요한 다이버시티 안테나 상호간의 이격거리는 다중경로 수신신호의 퍼짐정도를 나타내는 다중경로범위(AOS, angle of spread) Δ와 수신방향(DOA, direction of arrival) θ에 의존하게 된다. θ와 Δ에 따른 상관관계를 보면 안테나의 이격거리를 일정하게 둘 때 θ가 클수록, Δ는 작을수록 신호간의 상관도가 높아지게 된다[4],[5].

공간 다이버시티 기법의 경우 다이버시티 이득을 얻기 위해 두 개의 수신안테나를 일정거리이상 이격시키는 것이 필요로 되어진다. 두 개의 수신안테나에 들어오는 신호의 상관계수를 구하기 위하여 그림 3과 같이 송신기에 수직편파 안테나를 한 개 두고, 수신기에 두 개의 수직편파 안테나를 적절한 간격으로 두어서 각 안테나에 들어오는 신호를 동시에 수신하였다. 송신기는 HP사의 8664A 신호발생기를 이용하였고, 수신기에는 전계강도를 측정할 수 있는 Anritsu사의 ML524B를 이용하였다. 공간다이버시티 기법에 사용된 안테나는 Anritsu사의 다이폴 안테나를 사용하였다.

측정시스템의 송·수신 주파수는 1890 MHz이고, 송신출력은 가시영역의 경우 0 dBm, 비가시영역의 경우 19 dBm이다. 자료분석결과 가시영역과 비가시영역 모두 3λ이상일 경우 상관값이 작음을 알 수 있었으며, 본 연구에서는 여러가지 환경차이를 고려하여 두 개의 수신안테나의 간격을 1미터(5λ 이상)로 설정하여 측정하였다[6].

3-1-2 편파 다이버시티

그림 4는 편파 다이버시티를 측정하기 위한 시스템 구성도로서 측정방법은 다음과 같다. 우선 송신기의 신호발생기를 이용하여 수직 다이폴 송신안테나로부터 수직편파 신호를 전송시킨다. 수신기에서는 다이폴 안테나와 설계된 이중편파 마이크로스트립 안테나를 이용하여 0°/90° 편파 신호와 ±45° 편파 신호를 수신하여 다이폴 안테나를 이용한 경우와 제작된 1×4, 4×4 지향성 마이크로스트립 안테나의 특성에 따른 편파 다이버시티를 측정하게 된다. 측정시스템의 송·수신 주파수는 1890 MHz이고, 송신출력은 환경에 따라 0~19 dBm 이다.

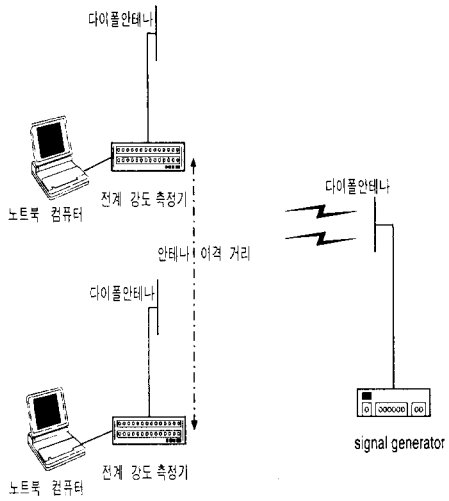


그림 3. 공간 다이버시티 측정 시스템 구성도

Fig. 3. Blockdiagram of space diversity measurement system.

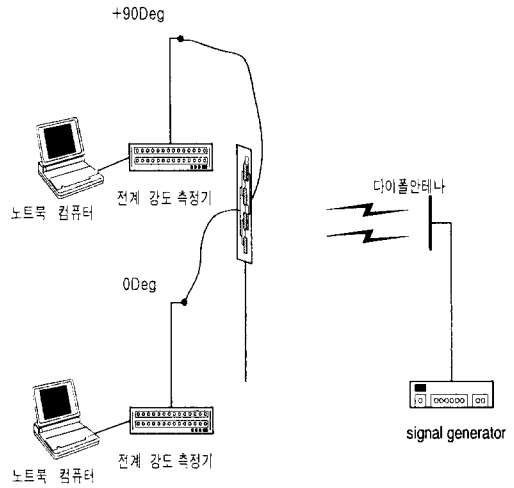


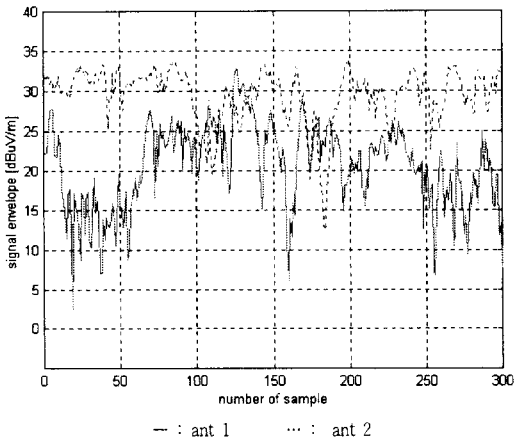
그림 4. 편파 다이버시티 측정 시스템 구성도

Fig. 4. Blockdiagram of polarization diversity measurement system.

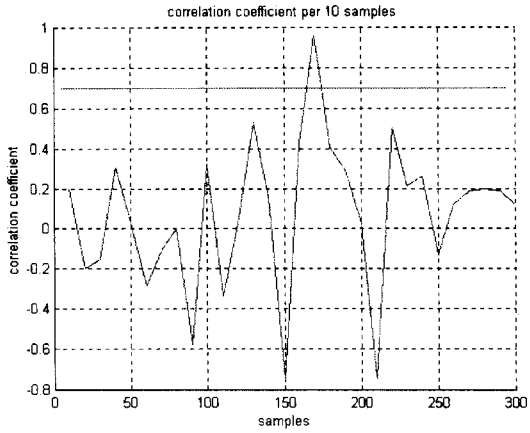
표 3. 측정환경

Table 3. Measurement environment.

복 도	특 징
5 m×3 m [폭×높이]	한쪽 벽면은 대형 유리창으로 구성되어져있고 다른쪽 벽면은 콘크리트와 유리창이 혼합된 형태를 이루고 있으며, 송·수신기 사이의 일부구간에서는 한쪽 벽면이 없는 구간이 일부 존재하고 있음
8 m×3.3 m	일반적인 연결 복도로써 한쪽 벽면은 유리창과 콘크리트 벽, 강의실 철문들이 놓여있으며, 송·수신기 사이의 경로상에 장애물들이 존재하고, 다른쪽 벽면은 콘크리트 벽으로 이루어져 있음
10 m×3.3 m	지하철역과 역을 연결하는 지하도 환경으로 양쪽 벽면 모두 콘크리트 벽면으로 구성되어져 있고, 복도 중간에는 천장과 바닥을 연결하는 기둥들이 일정간격으로 놓여있음
12 m	복도기능과 로비의 기능을 겸하고 있는 매우 넓은 환경이고, 송·수신기 사이의 경로상에 높이가 일정하지 않으며, 양쪽 벽면이 대형 유리창과 큰크리트 벽으로 이루어져 있음



(a) 수신신호



(b) 상관계수

그림 5. 다이폴 안테나로 수신된 신호와 상관계수

Fig. 5. Received signal and correlation with dipole antenna.

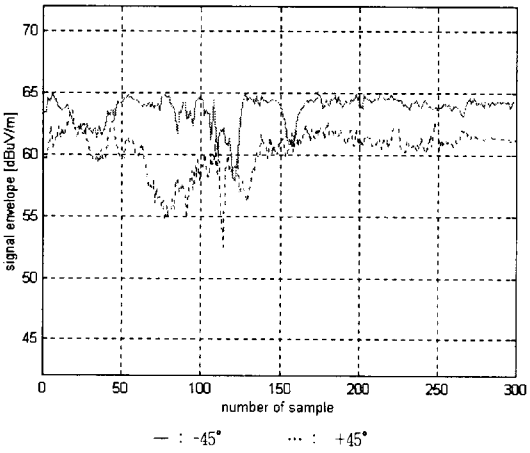
3-2 측정 환경

공간 다이버시티와 편파 다이버시티를 측정하기 위해서 여러 형태의 복도환경에서 측정을 수행하였으며, 측정환경의 자세한 사양은 표 3과 같다. 수신단의 높이는 실제 안테나가 위치되어지는 지점을 고려하여야 하기 때문에 측정되어지는 지역의 천장을 기준으로 하여 약 30 cm정도 낮은 높이로 설정하였으며, 송신단의 높이는 일반적인 통화시의 높이인 160 cm로 설정하였다. 송신단의 이동속도는 3 km/h였다.

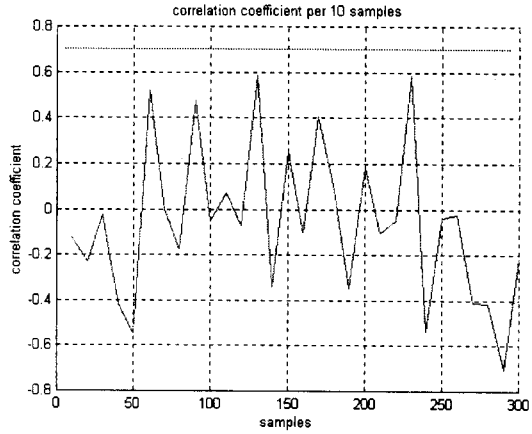
측정자료의 신뢰성을 높이기 위해서 측정환경별로 2회 이상 측정이 이루어졌으며, 가시영역과 비가시영역 두 지점으로 구분하여 측정을 수행하여 500여개의 측정자료를 수집하였다.

Ⅳ. 결과 분석

그림 5의 (a)와 (b)는 복도 폭이 8미터인 환경에서 두 개의 다이폴 안테나를 이용한 공간 다이버시티 기법으로 측정된 수신신호의 예와 수신된 두 신호의 상관계수를 나타내고 있다. 그림 5의 (a)를



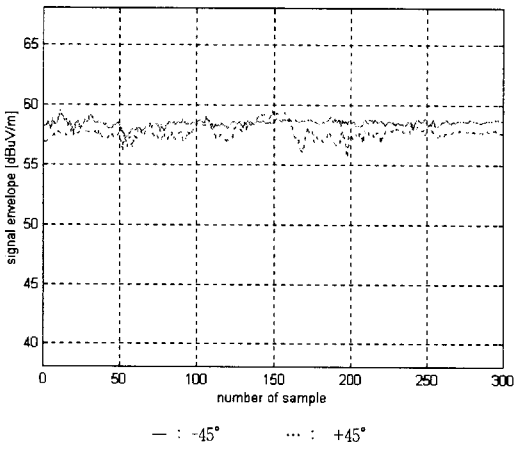
(a) 수신신호



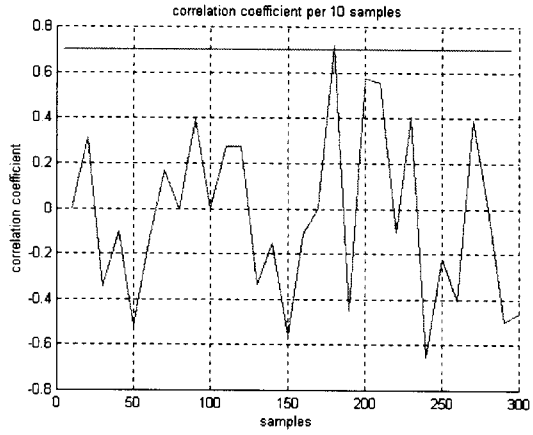
(b) 상관계수

그림 6. 1×4 이중편파 마이크로스트립 안테나로 수신된 신호와 상관계수

Fig. 6. Received signal and correlation with 1×4 dual polarization microstrip antenna.



(a) 수신신호



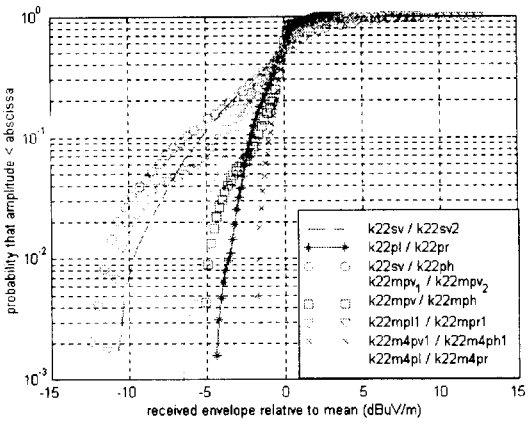
(b) 상관계수

그림 7. 4×4이중 편파 마이크로스트립 안테나로 수신된 신호와 상관계수

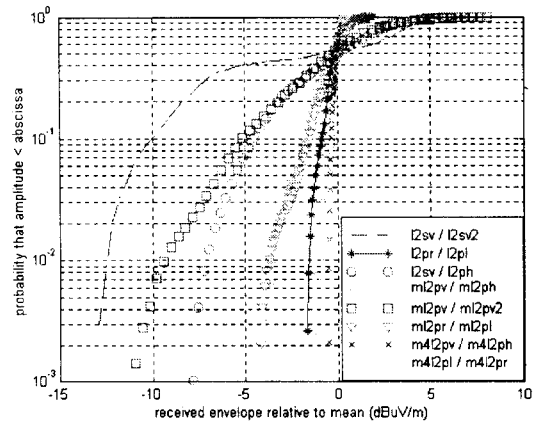
Fig. 7. Received signal and correlation with 4×4 dual polarization microstrip antenna.

보면 두 개의 다이폴 안테나에 수신된 신호의 페이딩이 서로 다름을 알 수 있으므로 다이버시티 기법을 사용할 경우 다중경로 페이딩으로 인한 시스템의 성능경감을 완화시킬 수 있을 것으로 판단된다.

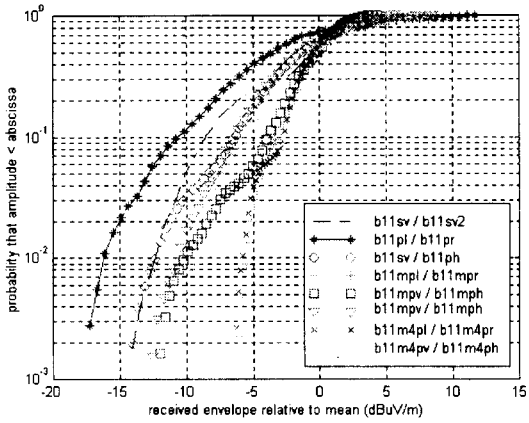
그림 6의 (a)와 (b)는 복도 폭이 8미터인 환경에서 제작된 1×4 이중편파 마이크로스트립 안테나를 이용한 편파 다이버시티 기법으로 측정된 수신 신호의 예와 수신된 두 신호의 상관계수를 나타내고 있다. 그림 5 (a)의 다이폴 안테나로 수신된 신호와 비교해 보면 제작된 1×4 이중편파 마이크로스트립 안테나가 더 높은 지향성을 가짐으로 평균적인 수신 신호 레벨이 높음을 알 수 있고, 페이딩 또한 적음을 알 수 있다. 그림 7의 (a)와 (b)는 복도 폭이 8미터인 환경에서 제작된 4×4



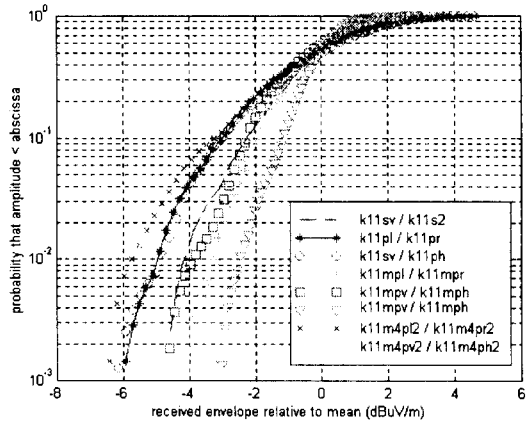
(a) 복도 폭 : 5미터



(b) 복도 폭 : 8미터



(c) 복도 폭 : 10미터



(d) 복도 폭 : 12미터

그림 8. 다이버시티 이득 비교

Fig. 8. Comparison of diversity gain.

이중편파 마이크로스트립 안테나를 이용한 편파 다이버시티 기법으로 측정된 수신 신호의 예와 수신된 두 신호의 상관계수를 나타내고 있다. 제작된 4×4 이중편파 마이크로스트립 안테나의 경우 큰 지향성을 가지게 됨으로 평균적인 수신 신호 레벨이 높고, 페이딩 또한 제작된 1×4 이중편파 마이크로스트립 안테나보다 작음을 알 수 있음으로 가장 높은 다이버시티 이득을 가질 것으로 예상된다.

그림 8은 복도 폭의 변화에 따라 측정된 공간 다이버시티 기법과 편파 다이버시티 기법에 대한 lcr(level crossing rate)의 CDF(cumulative distribution function)를 이용한 다이버시티 이득 비교를 나타내고 있다. 다이시티 이득은 두 개의 수신된 신호중에서 평균적 수신신호레벨이 높은 신호와 컴바이닝된 신호와의 신호레벨차이를 의미하며, 일반적인 다이버시티 이득은 10 %의 확률(신뢰도 90 %)인 지점에서 계산하게 된다[2].

그림 8의 (a)는 복도 폭이 5미터인 복도에서 측정된 편파 다이버시티의 다이버시티 이득을 나타내고 있다. 그림을 보면 확률 10 %인 지점에서 재

작된 4×4 이중편파 마이크로스트립 안테나의 편파 다이버시티 경우 신호가 -2dB의 페이딩이 발생되는 확률이 90%이하를 나타내고 있다. 그러나 공간 다이버시티의 경우는 확률 10%의 지점에서 보면 신호가 -6dB정도를 나타내고 있으므로 제작된 4×4 안테나의 편파 다이버시티 기법이 공간 다이버시티 기법과 비교하여 4dB의 다이버시티 이득이 있는 것을 알 수 있으며, 일반적으로 그래프의 기울기가 커질수록 다이버시티 이득은 증가하게 된다. 전체적인 결과를 보면 제작된 4×4 이중편파 마이크로스트립 안테나를 이용한 편파 다이버시티가 가장 큰 이득을 나타냄을 알 수 있다. 그림 8의 (b)는 복도 폭이 8미터인 복도에서 측정된 편파 다이버시티 이득을 나타내고 있으며, 복도 폭이 5미터인 복도환경과 마찬가지로 제작된 4×4 이중편파 마이크로스트립 안테나를 이용한 편파 다이버시티가 가장 큰 이득을 나타내고 있다.

그림 8의 (c)와 (d)는 폭이 10미터인 지하도 환경과 복도 폭이 12미터인 복도에서 측정된 편파 다이버시티의 다이버시티 이득을 나타내고 있다. 그림 8의 (a), (b)와 달리 제작된 4×4 이중편파 마이크로스트립 안테나보다는 1×4 이중편파 마이크로스트립 안테나가 보다 나은 성능을 나타내고 있음을 알 수 있으며 복도 폭이 좁은 환경과 비교해서 전체적인 다이버시티 이득이 줄어드는 것을 알 수 있다.

그림 8의 다이버시티 이득 비교의 안테나별 표시사항은 다음과 같다.

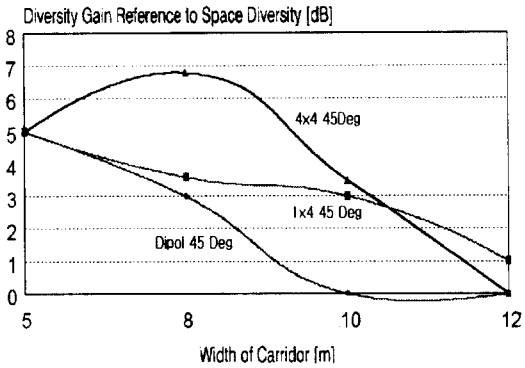
— : 다이폴 공간 다이버시티
+ : 1×4 90도 편파 다이버시티
* : 다이폴 45도 편파 다이버시티
▽ : 1×4 45도 편파 다이버시티
○ : 다이폴 90도 편파 다이버시티
× : 4×4 45도 편파 다이버시티
◇ : 4×4 90도 편파 다이버시티

표 4는 복도환경에서 복도 폭에 따른 공간 다이버시티를 기준으로 한 다이버시티 이득을 정리해 놓은 것이다. 전체적으로 볼 때 복도의 폭이 증가함에 따라서 편파 다이버시티 이득이 줄어드는 것을 알 수 있다. 이와 같은 이유는 다음과 같이 판단된다. 복도 폭이 넓어짐에 따라서 수신안테나에 들어오는 신호들의 다중경로범위(AOS, angle of spread) Δ는 커지게 된다. 공간 다이버시티의 경우 신호의 상관계수는 다중경로범위 Δ에 따라 달라지게 되는데, Δ가 커질수록 공간 다이버시티에서 두 개의 수신안테나에 수신되는 신호의 상관계수는 낮아지게 된다. 그러므로 공간 다이버시티의 이득은 커지고 편파 다이버시티의 이득은 상대적으로 줄어들게 된다[4]~[6].

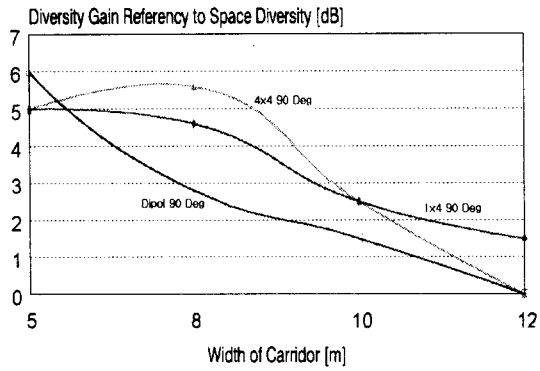
표 4의 결과를 분석해보면 복도 폭이 10m이내의 좁은 복도구조에서는 다중경로신호를 감소시킬 수 있는 지향성이 큰 4×4 이중편파 마이크로스트립 안테나가 적합한 것으로 분석되었다. 수신신호의 레벨은 수신안테나에 수신되는 다중경로신호의 합으로 구성되지만 10m이내의 폭이 좁은 실내환경에서는 수신안테나에 입사되는 신호들이 좁은 다중경로범위 Δ를 가지고 입사되므로 지향성이 우수한 빔 폭이 매우 작은 안테나를 이용하여 다중경로신호를 감소시킴으로써 다중경로 페이딩을 경감시킬 수 있게 된다. 복도 폭이 10m이상의 넓은 환경에서는 지향성으로 인한 안테나의 이득보

표 4. 복도환경에서 폭에 따른 다이버시티 이득 [dB]
Table 4. The diversity gain of corridor width under indoor environment.

안테나 / 복도폭	다이폴 편파안테나		1×4 마이크로스트립 편파안테나		4×4 마이크로스트립 편파안테나	
	45°	90°	45°	90°	45°	90°
5미터	5	6	5	5	5	5
8미터	3	2.8	3.6	4.6	6.8	5.6
10미터	0	1.5	3	2.5	3.5	2.5
12미터	0	0	1	1.5	0	0



(a) 45도 편파 안테나



(b) 90도 편파 안테나

그림 9. 안테나에 따른 다이버시티 이득 비교

Fig. 9. Comparison of diversity gain with antenna.

다는 안테나의 빔 폭을 넓게 해서 다중경로신호를 수신하여 수신신호의 레벨을 높일 수 있는 1×4 이중편파 마이크로스트립 안테나가 적합한 것으로 판단된다.

그림 9는 복도환경에서 각편파 안테나에 따른 다이버시티 이득을 도표화한 결과이다. 편파 안테나의 형태로 볼 때, 0°/90°의 교차 편파를 이용하는 편파 다이버시티 안테나보다는 ±45° 편파를 이용하는 편파 다이버시티의 안테나 성능이 우수한 것을 알 수 있다. 이는 수직 다이폴 안테나로부터 방사되어진 수직 편파 신호가 채널을 거쳐 전송되면서 장애물과 산란체 등에 의하여 편파 성분이 변화할 때, 수직 편파성분이 수평 편파성분으로 변화는 성분들이 작기 때문인 것으로 판단된다. 자료분석결과 0°/90°의 교차 편파 다이버시티의 경우 두 개의 안테나 브랜치에 수신되는 평균신호레벨의 차이가 20 dB이상이 되므로 실제 적용에 있어서 어려움이 있다. 그러나 ±45° 편파 안테나를 이용한 편파 다이버시티 기법의 경우 두 개의 안테나 브랜치에 수신된 평균신호레벨의 차이가 3 dB미만이므로 효과적으로 사용되어질 수 있는 다이버시티 기법으로 판단된다.

표 4와 그림 9의 결과로 볼 때 복도환경의 경우 10미터 이하의 환경에서는 4×4 이중편파 마이크로스트립 안테나와 같이 빔 폭이 좁은 안테나가 적합하며, 10미터 이상의 폭이 넓은 환경에서는 1×4 이중편파 마이크로스트립 안테나와 같이 빔 폭이 넓은 안테나가 적합할 것으로 판단된다.

V. 결 론

본 연구에서는 실내환경에서 편파 다이버시티 기법의 적용과 실내환경에 적합한 최적의 안테나 제시를 위하여 지향성이 서로 다른 1×4, 4×4 이중편파 마이크로스트립 안테나를 제작하여, IMT-2000환경의 주파수 대역인 1890 MHz대역에서 5, 8, 10, 12미터인 실내의 여러 복도환경에서 측정을 통하여 편파 다이버시티 기법의 적용을 분석하였다. 분석결과 측정된 실내의 모든 복도환경에서 제작된 1×4, 4×4 이중편파 마이크로스트립 안테나를 이용한 편파 다이버시티 기법이 다이폴 안테나를 이용한 공간 다이버시티 기법과 비교하였을 때 동등하거나 환경에 따라 약 1~7 dB정도 다이버시티 이득이 높은 것으로 분석되어졌다. 그러므로 지향성을 갖는 소형, 경량의 박형 구조를 갖는 이중편파 마이크로스트립 안테나는 실내환경에서 효과적으로 사용되어질 수 있는 안테나로 판단된다. 그리고 0°/90°의 교차 편파 다이버시티의 경우 두 개

의 안테나 브랜치에 수신되는 평균신호레벨의 차이가 20 dB이상이 되므로, 0°/90°의 교차 편파 다이버시티 기법은 실제 적용에 있어서 어려움이 있으므로 평균신호레벨 차이가 3 dB미만인 ±45° 편파 다이버시티 기법이 효과적일 것으로 판단된다. 본 연구의 결과를 보면 실내환경에서 다이버시티 기술 적용시 기지국단에서 무지향성 안테나를 사용하는 것보다는 지향성 안테나를 사용하는 것이 효과적인 것으로 분석되었다. 안테나가 지향성을 가지기 위해서 다이폴 안테나를 이용할 경우 여러 개의 다이폴 어레이를 수직·수평방향으로 배열시키는 것이 필요로 되는데 이런 경우 안테나의 구조가 돌출 구조를 이루게 되므로 실내환경용 안테나로는 부적합하며, 또한 설치시 문제가 야기되고 환경 미관상 문제가 되므로, 본 연구에서 제안한 평면구조이며 소형, 경량의 지향성 마이크로스트립 안테나가 적합할 것으로 판단된다. 그리고 길 폭이 10 m 이내의 좁은 복도환경에서는 다중경로신호를 감소시킬 수 있는 지향성이 큰 4×4 이중편파 마이크로스트립 안테나가 적합하며, 길 폭이 10 m 이상의 넓은 환경에서는 지향성으로 인한 안테나의 이득보다는 안테나의 빔 폭을 넓게 해서 다중경로 신호를 수신하여 수신신호의 레벨을 높일 수 있는 1×4 이중편파 마이크로스트립 안테나가 적합한 것으로 분석되었다. 따라서 본 연구에서 제시된 1×4, 4×4 이중편파 마이크로스트립 안테나를 이용할 경우 전송 대역폭과 증가와 더불어 다이버시티 이득이 증가로 2 Mbps이상의 사용자 전송속도를 요구하는 IMT-2000시스템에 활용 가능할 것으로 판단되며, 안테나 시스템의 소형화, 경량화와 박형의 부착이 용이한 장점도 지니게 된다.

참 고 문 헌

[1] S. Kozono, H. Tsuruhara, and M. Sakamoto, "Base station polarization diversity reception for mobile," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. VT-33, no. 4, pp. 301-306, 1984.

[2] A.M.D. Turkmani, A.A. Arowojoiu, P.A. Jefford, C.J Kellett, "An Experimental Evaluation of the Performance of Two-Branch Space and Polarization Diversity Reception for Mobile Radio," *IEEE Trans. Comm.*, vol. 44, pp. 301-306, Nov., 1984.

[3] R. G. Vaughan, "Polarization diversity in mobile communication," *IEEE Trans. Veh. Technol*, vol. VT-39, no. 3 pp. 177-186, 1990.

[4] A. F. Naguib, A. Paulraj. "Effect of multipath and base-station antenna arrays on uplink capacity of cellular CDMA," in Proc of IEEE Globecom Conf., pp. 395-399, 1994.

[5] A. F. Naguib, A. Paulraj. and T. Kailath, "Capacity improvement of base-station antenna arrays cellular CDMA," in Proc of IEEE Asilomar Conf., pp. 1437-1441, 1993.

[6] 이영수, 홍순학, 윤영중, 장재석, 유흥렬, "실내환경에서 지향성 안테나에 따른 다이버시티 기법 연구", 한국통신학회 추계종합학술대회논문집, vol. 18, no. 1, pp. 780-783, 1998. 11.

이 영 수

1997년: 서울산업대학교 전자공학과(공학사)
1999년: 연세대학교 대학원 전기·컴퓨터공학과(공학석사)
[주 관심분야] 채널모델링, 다이버시티 기법, 스마트 안테나

홍 순 학

1998년: 연세대학교 전파공학과(공학사)
1998년~현재: 연세대학교 대학원 전기·컴퓨터공학과
[주 관심분야] 채널모델링, 스마트 안테나, EMI/EMC

장 재 석

1996년: 성균관대학교 산업공학과(공학사)
1996년~현재: 한국통신 가입자망연구소 전임연구원
[주 관심분야] 이동통신, 무선측위

유 흥 렬

1985년: 연세대학교 전자공학과(공학사)
1987년: 연세대학교 전자공학과(공학석사)
1987년~현재: 한국통신 가입자망연구소 선임연구원
[주관심분야] 이동통신, 무선측위

윤 영 증

1981년 2월: 연세대학교 전자공학과(공학사)
1986년 9월: 연세대학교 전자공학과 대학원(공학석사)
1991년 12월: Georgia Institute of twchnology, Ph. D
1992년 3월~1993년 2월: 한국전자통신연구원 위성통신기술연구단 선임연구원
현재: 연세대학교 전파공학과 부교수
[주 관심분야] 안테나, 전파전파, RF 소자설계