DBpia

WLAN System을 위한 Short-pin을 갖는 Snowflake 모양의 Dual-band(5.2/5.8 GHz) 마이크로스트립 패치 안테나 설계 및 제작

준회원 송 준 성*, 정회원 최 선 호*, 이 화 춘**, 종신회원 곽 경 섭***

Design of a Dual-band Snowflake-Shaped Microstrip patch Antenna With Short-pin For 5.2/5.8 GHz WLAN System

Jun-Sung Song* *Associate Member*, Sun-Ho Choi*, Hwa-Choon Lee** *Regular Members*, Kyung-Sup Kwak*** *Lifelong Member*

요 약

본 논문에서는 IEEE802.11 기반의 WLAN(5.2/5.8GHz)대역에서 동작하는 새로운 모양의 마이크로스트립 패치 안테나를 설계 및 제작하였다. 안테나의 크기는 21.2×16mm^{2}이며 Taconic-RF30 기판을 사용하였다. 이동성을 위해 소형화 하였고, Snowflake패치 모양에 Short-pin을 삽입하여 dual-band 공진특성 및 적절한 대역폭을 얻고자 하였다. 또한 주변 회로 집적화를 위해 단일 양면기판을 사용하였고, 시뮬레이션 설계는 Snowflake모양과 Short-pin의 위치변화, 패치길이를 최적화하여 제작 및 측정하였다. 제작한 안테나의 대역폭(Return loss < -10dB)은 5.2GHz 대역에서 220MHz, 5.8GHz 대역에서는 135MHz의 대역폭을 얻었다. 또한 4.7~6.9dBi의 이득을 얻었으며, 3-dB 빔폭(HPBW)은 E-Plane과 H-Plane이 5.150GHz에서 각각 73.2° / 82.75°, 5.350GHz에서 74.56° / 83.63°, 그리고 5.785GHz에서 86.24° / 85.15°로 측정되었다.

Key Words : WLAN, Dual-band, Snowflake, Short-pin, Microstrip patch antenna

ABSTRACT

In this paper, a novel Snowflake-shaped microstrip patch antenna for application in the WLAN(5.2/5.8GHz) band is designed and fabricated. The size of antenna is 21.2×16mm^2 and substrate is used Taconic-RF30. To obtain sufficient bandwidth in Return loss <-10dB and dual resonance characteristic, the Short-pin is inserted on the patch and the coaxial probe source is used. The measured results of fabricated antenna show 220MHz and 135MHz bandwidth in Return loss <-10dB referenced to the WLAN(5.2/5.8GHz) band. The measured antenna gain is 4.7~6.9dBi in the WLAN(5.2/5.8GHz) band. The experimental 3-dB beam width in E-plane and H-plane are 73.2° / 82.75° for 5.150GHz, 74.56° / 83.63° for 5.350GHz, and 86.24° / 85.15° for 5.785GHz, respectively.

Ⅰ. 서 론

고속 이동성을 지원하는 무선 통신 분야에서 셀룰라 이동통신이 발전해온 것과는 별도로 저속 이동성 및 고정 상태의 무선 통신 분야에서는 IEEE802.11 계열의 WLAN이 고속의 데이터 전송을 지원하면서

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학IT연구센터 지원 사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2009-C1090-0902-0019)
* 인하대학교 통신공학연구실 (thdwnstjd@nate.com, shchoi7728@gmail.com)
** 초당대학교 정보통신공학과 (orut@chodang.ac.kr)
*** 인하대학교 정보통신대학원 (kskwak@inha.ac.kr)
논문번호 : KICS2009-01-018, 접수일자 : 2009년 1월 11일, 최종논문접수일자 : 2009년 3월 23일

www.dbpia.co.kr

사무실, 핫-스팟(Hot-spot) 지역 및 가정에서 인터넷, 인트라넷, 기업망 등에 대한 무선 액세스 망으로 활발히 사용되어오고 있다. IEEE802.11 기반의 WLAN은 수십에서 백 미터 내외의 셀 영역에서 고정 및 보행자 속도로 고속의 패킷 액세스 서비스를 제공하며 사무실, 건물내, 공항, 도심의 핫-스팟 지역 등에 설치되어 인터넷, 인트라넷, 홈 네트워크 등으로의 무선 접속을 가능하게 한다. 무선랜은 1990년대 후반 최대 2Mbps 속도를 제공하던 IEEE 802.11에서 출발하여, 11Mbps 속도의 IEEE802.11b, 그리고 현재는 54Mbps 속도를 제공하는 IEEE802.11a, IEEE802.11g 기술이 주로 사용되고 있으며, 100Mbps 이상의 속도를 제공하는 초고속 무선랜 기술인 IEEE802.11n이 표준화 중에 있다. WLAN에 적합한 많은 종류의 안테나 중에 현재 많은 연구와 사용량을 보여주는 마이크로스트립 안테나는 소형화, 경량화, 집적화, 제작의 용이성 등등 여러 장점이 있지만 대역폭이 협소하다는 단점이 있다[1-4].

WLAN 대역에서 대역폭을 넓히기 위해 적용 가능한 여러 가지 방법들이 소개되었다. dual-band 공진 특성을 얻기 위해서는 slot과 vertical strip을 이용한 경우[5-6], stub의 길이와 폭을 조절한 경우[7], short-pin을 이용하는 경우[8-10]등 여러 가지 방법들이 있다.

이러한 방법 중에서 short-pin은 이중 공진뿐만 아니라 안테나의 크기를 줄일 수 있고, 대역폭을 개선시킨다는 장점이 있다[8-10].

E모양의 패치에 Short-pin을 삽입하여 대역폭 확장과 안테나의 크기를 줄이며, 이중 공진특성을 달성하였고[8], PIFA 타입의 안테나에 Short-pin을 삽입함으로써 이중 공진이 가능했다.[9] 또한, 크기를 줄이기 위해 Spiral형태의 패치에 Short-pin을 사용하여 WLAN 이중 대역을 만족시켰다.[10] 그러나 이 안테나들은 회로 집적을 위한 적당한 안테나 두께가 필요하지만 적층구조로 설계되어있어 다른 회로들과 집적 하는데 어려움이 있다.

본 논문에서는 IEEE802.11 기반의 WLAN 5GHz (5.150~5.350GHz / 5.725~5.825GHz) 대역에서 동작하는 새로운 모양의 작고 집적화에 필요한 단일 양면 기판을 사용하는 얇은 마이크로스트립 안테나를 제안하였다. 이 안테나는 slot과 vertical strip을 이용한 안테나[5-6]보다 27%, 43.46%로 크기를 줄였으며, 마이크로스트립 안테나의 협소한 대역폭 개선과 dual-band 공진 특성을 위해 Snowflake 모양의 패치를 사용하고 Short-pin을 삽입하였다. 또한 적층구조에 short-pin을 사용한 안테나[8], PIFA타입에 Short-pin을 삽입한 안테나[9], Spiral형태의 패치에 Short-pin을 사용한 안테나[10]보다 각각 85.45%, 60%, 71.42% 더 얇게 단일 양면기판을 사용하여 주변 회로 집적화를 가능하게 하였다. 그리고 동축 급전을 사용하여 임피던스 매칭을 하였다. 안테나의 반사손실, 이득, 전류분포, 방사패턴을 실험을 통하여 최적화하였다.

Ⅱ. 안테나 설계 및 시뮬레이션

제안한 안테나의 구조는 그림 1에 나타내었다. ε_r=3.0, 높이 1.6mm, 크기 26.2 × 21mm^{2}인 Taconic RF-30 기판을 사용하였으며, 패치의 크기는 21.2 × 16mm^{2}의 면적에 Snowflake 모양이다. 주변 회로 집적화를 위해 단일 양면기판을 사용하였고, dual-band 공진 특성을 위해 Short-pin을 삽입하였다. 전체 시뮬레이션 과정은 CST사의 MWS를 이용하였고, 시뮬레이션 결과를 바탕으로 실제 안테나를 제작하였다.

그림 2는 Short-pin의 유무에 따른 반사손실 특성을 보여준다. Short-pin의 존재로 인해 5.8GHz 대역뿐만 아니라 5.2GHz 대역에서도 공진하는 것을 확인하였다.

Short-pin의 위치를 바꿔가며 시뮬레이션 한 결과는 그림 3에 나타내었다. SL=13.7mm, 15.2mm, 16.7mm 일때 시뮬레이션 했으며 그 결과 Short-pin의 위치가 패치 가운데 부분으로 이동 할수록 공진주파수는 점

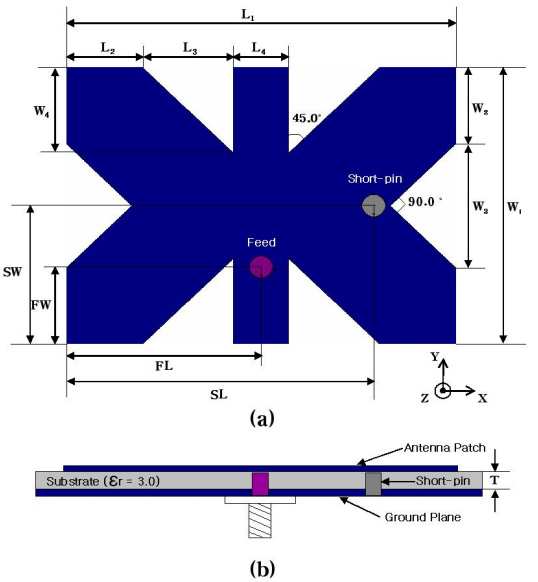


그림 1. 제안된 Snowflake-Shaped 마이크로스트립 안테나 구조 (a) 평면도 (b) 측면도
Fig. 1. Structure of the proposed Snowflake-Shaped microstrip antenna (a)front-view (b)side-view

www.dbpia.co.kr

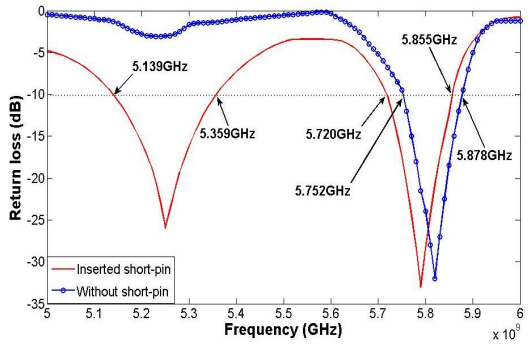


그림 2. Short-pin 존재에 따른 반사손실 비교
Fig. 2. Return loss comparison with and without Short-pin

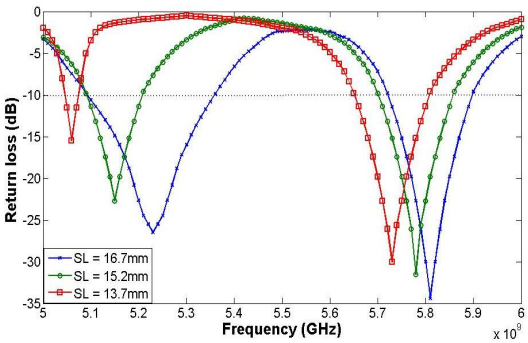


그림 3. SL (Short-pin 위치) 값의 길이 변화에 따른 주파수에 대한 반사손실
Fig. 3. Return loss versus frequency by length change of SL (Short-pin position) value

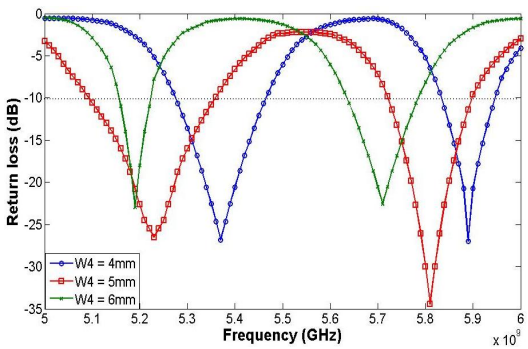


그림 4. W_4 값의 길이 변화에 따른 주파수에 대한 반사손실
Fig. 4. Return loss versus frequency by length change of W_4 value

점 저주파수 대역으로 이동했으며, 16.7mm일때 WLAN 5.2 / 5.8GHz 대역에서 이상적인 대역폭과 공진주파수를 얻었다.

그림 4는 패치 길이(W_4)를 4mm에서 6mm 까지 변화시킨 시뮬레이션의 결과이다. W_4 길이가 5mm일 때 가장 좋은 결과를 보여주었고, 4mm일때 공진주파수가 높은 주파수로 이동 하였으며, 6mm일때 대역폭이 더 좁아지며 낮은 주파수 방향으로 이동 한 것을 확인하였다.

이와 같이 시뮬레이션 과정에 의해 얻은 최적화된 안테나 파라미터 값을 표 1에 나타내었다.

표 1. 최적화된 안테나 파라미터 값
Table 1. Optimized Parameters of the Antenna

Parameter	Value (mm)	Parameter	Value (mm)
L1	21.2	W1	16
L2	4.1	W2	4.4
L3	5	W3	7.2
L4	3	W4	5
SL	16.7	FL	10.6
SW	8	FW	4.5

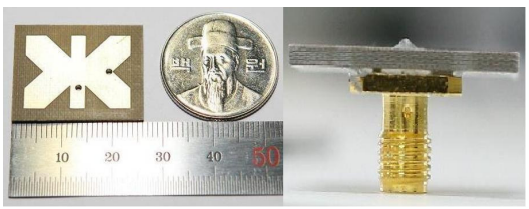
Ⅲ. 안테나 제작 및 측정 결과

안테나 설계 및 시뮬레이션 과정을 기반으로 최적화된 파라미터 값으로 안테나를 제작하였다. 그림 5는 제작된 안테나의 정면도와 측면도이다.

제작한 안테나를 Agilent N5230A 회로망 분석기를 이용하여 측정하였고, 측정한 결과 값과 시뮬레이션 결과 값의 반사손실 특성을 그림 6에서 보여주고 있다.

실제 측정된 안테나의 주파수 대역폭(Return loss < -10dB)은 5.139GHz부터 5.359GHz까지, 그리고 5.720GHz부터 5.855GHz까지 IEEE802.11의 WLAN 대역 5.2 / 5.8GHz대역을 만족한다.

그림 7은 안테나의 표면전류분포 특성을 보여주고 있다. (a)는 5.250GHz일때, (b)는 5.785GHz이다. 5.250GHz에서 Short-pin 부분, 그리고 5.785GHz에서 급전선로 부분에서 활발한 전류 흐름이 있는 것을 확인하였다.



(a) front view (b) side view

그림 5. 제작된 Snowflake 모양 마이크로스트립 안테나
Fig. 5. Fabricated Snowflake-shaped microstrip antenna

www.dbpia.co.kr

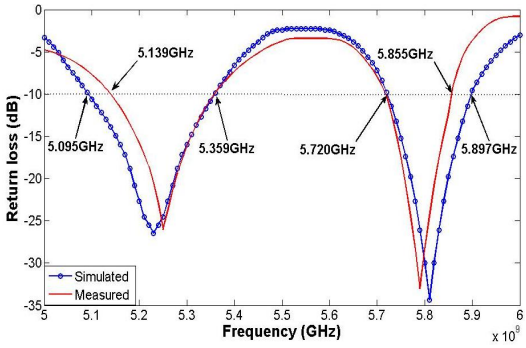
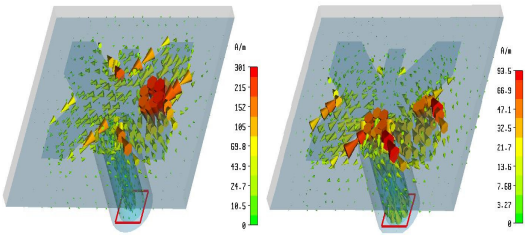


그림 6. 제안한 안테나의 실제측정값과 시뮬레이션 값의 반사손실 비교
Fig. 6. Return loss comparison between simulation and measurement



(a) (b)

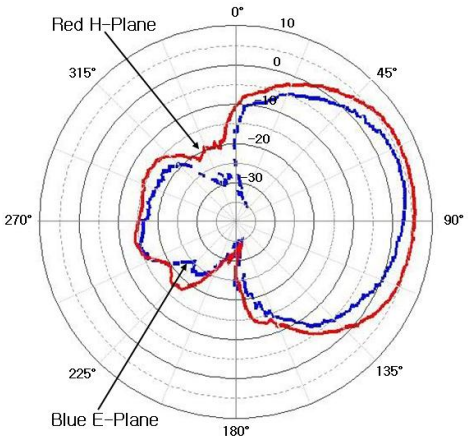
그림 7. 제안한 안테나의 표면전류분포 (a) 5.250GHz (b) 5.785GHz
Fig. 7. Surface current of the proposed antenna

그림 8에서 (a)는 5.150GHz일때, (b)는 5.350GHz 일때, 그리고 (c)는 5.785GHz일때 E-Plane과 H-Plane 방사패턴을 측정한 결과이다. 측정결과 3-dB 빔 폭은 5.150GHz에서 E-Plane과 H-Plane이 각각 73.2°, 82.75°, 5.350GHz에서 E-Plane과 H-Plane이 각각 74.56°, 83.63°, 그리고 5.785GHz에서 E-Plane과 H-Plane이 각각 86.24°, 85.15°로 넓은 빔 폭을 얻었다.

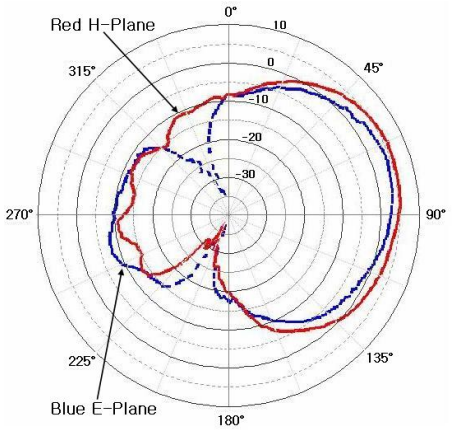
그림 9는 제안한 안테나의 시뮬레이션 및 측정한 이득을 비교하여 나타내었다. 시뮬레이션의 경우 5.8 ~8.5dBi, 실제 제작된 안테나의 경우에는 4.7~ 6.9dBi의 이득을 얻었다.

Ⅳ. 결 론

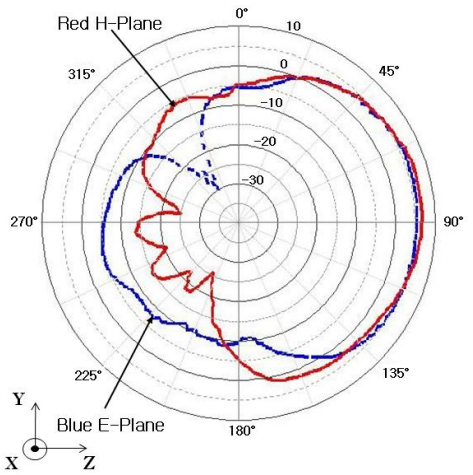
새로운 모양인 Snowflake 모양의 마이크로스트립 패치 안테나는 IEEE802.11의 표준인 5.150~5.350GHz 대역과 5.725~5.825GHz 대역에서 WLAN에 사용할 수 있도록 적절한 대역폭과 이중 공진특성을 얻기 위해 Short-pin을 삽입하였고 이동성을 위해 작고 얇게 소형화하여 설계 및 제작하였다.



(a) 5.150GHz



(b) 5.350GHz



(c) 5.775GHz

그림 8. 제안한 안테나의 방사패턴 (a) 5.150GHz (b) 5.350GHz (c) 5.775GHz
Fig. 8. Radiation pattern of the proposed antenna

www.dbpia.co.kr

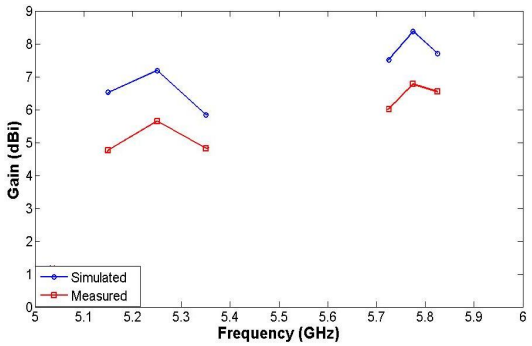


그림 9. 시뮬레이션 결과와 측정값의 이득 비교
Fig. 9. Return gain comparison between simulation and measurement

측정 결과 5.2GHz대역에서 220MHz의 대역폭과 5.8GHz대역에서 135MHz의 대역폭을 얻을 수 있었다. 무반사실에서 측정된 안테나 이득은 4.7~6.9dBi 이며, 3-dB 빔 폭은 E-Plane과 H-Plane에서 5.150GHz에서 각각 73.2°, 82.75°, 5.350GHz에서 74.56°, 83.63°, 그리고 5.785GHz에서 86.24°, 85.15°로 넓은 빔 폭을 얻었다.

이 결과로 5.2/5.8GHz 대역에서 사용하는 WLAN 시스템에서 본 논문에서 제안한 Snowflake 모양의 Short-pin을 삽입한 마이크로스트립 안테나는 slot과 vertical strip을 이용한 안테나[5-6]보다 27%, 43.46%로 크기가 작고, 적층구조에 short-pin을 사용한 안테나[8], PIFA타입에 Short-pin을 삽입한 안테나[9], Spiral형태의 패치에 Short-pin을 사용한 안테나[10]보다 85.45%, 60%, 71.42% 더 얇아서 회로 집적화에 더 유리하게 적용 가능 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

〔1〕 R. Grag, P. Bhartia, I. Bahl and A. Ittipiboon, Microstrip Antenna Design Handbook, Artech House, 2001.

〔2〕 D. M. Pozar, "Microstrip antennas," Proceedings of the IEEE, Vol. 80, No. 1, pp. 79-91, Jan. 1992.

〔3〕 Y. P. Zhang, "Finite-difference time-domain analysis of integrated ceramic ball grid array package antenna for highly integrated wireless transceivers," IEEE transactions on Antenna and Propagation, Vol. 52, issue 2, pp. 435-442, February 2004.

〔4〕 K. C. Gupta, P. S. Hall, Analysis and Design of Integrated Circuit Antenna Modules, New York: Wiley, 2000.

〔5〕 Y. Song, Y. C. Jiao, X. M. Wang, Z. B. Weng, and F. S. Zhang, "Compact coplanar slot antenna fed by asymmetric coplanar strip for 2.4/5 GHz WLAN operations," Microwave and Optical Technology Letters / Vol. 50, No. 12, Dec 2008.

〔6〕 W. C. Liu, and F. M. Yeh "Compact dual- and wide-band cpw-fed slot antenna for Wireless applications," Microwave and Optical Technology Letters / Vol. 50, No. 3, March 2008.

〔7〕 K. P. Ray, "Tuneable and dual-band circular microstrip antenna with stubs," IEEE transactions on Antenna and Propagation, Vol. 48, No. 7, July 2000.

〔8〕 C. Yoon, S. H. Choi, H. C. Lee, and H. Y. Park "Small microstrip patch antenna with short-pin using a dual-band operation," Microwave and Optical Technology Letters / Vol. 50, No. 2, Feb 2008.

〔9〕 C. Y. Desmond Sim and S. Y. Tu, "Dual -frequency shorted patch antenna for WLAN applications," Microwave and Optical Technology Letters / Vol. 49, No. 2, Feb 2007.

〔10〕 J. Yoon, "Fabrication and measurement of modified spiral-patch antenna for use as a triple-band (2.4GHz/5GHz) antenna," Microwave and Optical Technology Letters / Vol. 48, No. 7, Jul 2006.

송 준 성 (Jun-Sung Song) 준회원

2007년 8월 초당대학교 정보통신공학과 학사 졸업
2007년 8월~현재 인하대학교 정보공학과 석사과정
<관심분야> 안테나 설계, RF시스템, UWB

www.dbpia.co.kr

최 선 호 (Sun-Ho Choi) 정회원

2001년 2월 초당대학교 정보통신공학과 학사 졸업
2007년 2월 인하대학교 정보통신공학과 석사 졸업
2008년 2월~현재 인하대학교 정보공학과 박사 과정
<관심 분야> 안테나 설계 및 전파전파, RF 시스템, 이동통신, 전자장이론

이 화 춘 (Hwa-Choon Lee) 정회원

1985년 2월 인하대학교 전자공학과 학사 졸업
1987년 2월 인하대학교 전자공학과 석사 졸업
1995년 2월 인하대학교 전자공학과 박사 졸업
1995년 2월~현재 초당대학교 정보통신공학과 부교수
<관심분야> 안테나 및 전파전파, 전자장 이론, 이동통신

곽 경 섭 (Kyung-Sup Kwak) 종신회원

1977년 2월 인하대학교 전기공학과 학사 졸업
1981년 12월 미국 USC 전기공학과 석사 졸업
1988년 2월 미국 UCSD 통신이론 및 시스템 박사
1988년 2월~1989년 2월 미국 Hughes Network Systems 연구원
1989년 2월~1990년 3월 미국 IBM Network Analysis Center 연구원
2000년 3월~2002년 2월 인하대학교 정보통신대학원 원장
2000년 3월~현재 인하대학교 정보통신대학원 교수
2003년 8월~현재 인하대학교 초광대역 무선통신 연구센터(UWB-ITRC) 센터장
2006년 1월~2006년 12월 한국통신학회 회장
<관심분야> 위성 및 이동통신, UWB, 무선네트워크

www.dbpia.co.kr