

전파 예측 모델에 의한 와이브로 무선망 위치 선정의 최적화 시뮬레이션

Optimizing Simulation of Wireless Networks Location for WiBRO Based on Wave Prediction Model

노수성 · 이칠기*

Su-Sung Roh · Chilgee Lee*

요약

도심지 무선 인터넷 서비스에서 전파 특성(wave propagation characteristics)을 정확하게 예측하여 서비스 영역을 결정하는데 있어서 최적의 기지국 선정, 셀 설계 등은 매우 중요한 과정이다^[1]. 서비스 지역의 지형 지물 및 인위적 구조물의 건물 재질 및 높이와 폭 등 각기 다른 특징으로 인하여 무선망 서비스의 송수신 거리에 큰 영향을 미치고 있으며^[2], 이는 기본적으로 요구되어지는 무선 인터넷 품질을 정확하게 예측 및 분석하여 이용자에게 서비스를 제공하는데 큰 어려움을 갖게 한다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위한 전파 예측 모델에 의한 기본 기지국 위치 선정 후 가장 서비스 영향을 미치는 기지국 위치 이동 및 안테나의 각도 등 무선망 최적화를 결정짓는 파라미터 값의 변화에 따라 서비스 영역이 최적화 되어 서비스 지역 및 품질이 개선되는 과정을 시뮬레이션 함으로써 무선망 기지국 최적화 과정을 통하여 동일 지역 내 서비스 커버리지가 넓어지고 개선된 품질로서 이용자들이 질 높은 무선 인터넷 서비스를 제공받을 수 있게 된다는 것을 보여 주었다.

Abstract

For Wireless internet service in Metropolitan area, optimum location selection for base station and cell planning are critical process in determining service coverage by accurate prediction of Wave Propagation Characteristics. Due to different kinds of characteristics in service area such as lay of land, natural feature and material, height and width of artificially made building, it has a great impact on the transmission and distance recovery of wireless network service. Therefore, these facts may cause substantial barriers in predicting & analyzing the expected level of service quality and providing it to subscribers. In this thesis, we have simulated the process to improve quality and coverage of the service by adjusting the location of Base station and the antenna angle that influence the service after the basic location of base station is selected according to the wave prediction model. Based on this simulations test, we have demonstrated the results in which subscribers would get higher quality of wireless internet service along with bigger coverage and the improved quality in the same service coverage area through optimization process of base station.

Key words : Wave Propagation Characteristics, Base Station Optimization, Cell Design, Prediction of Wave Propagation Characteristics, Optimizing Process of Base Station, Wireless Internet

I. 서론

와이브로(WiBro)란 인터넷 서비스가 무선 랜(Wi-Fi)와 같이 무선 환경에서 제공되고, 초고속 인터넷

성균관대학교 컴퓨터공학과(Department of Computer Engineering, Sungkyunkwan University), 現 포스데이터(주)(POSDATA. Co Ltd.)
*성균관대학교 컴퓨터공학과(Department of Computer Engineering, Sungkyunkwan University)

· 논문 번호 : 20080320-038

· 수정완료일자 : 2007년 4월 25일

서비스처럼 광대역 인터넷 접속을 가능하게 한다는 의미에서 Wireless(Wireless LAN, Wireless Fidelity)와 Broadband(High-Speed Broadband Internet)의 합성어인 Wireless Broadband Internet의 줄임말로, 휴대 인터넷, 무선 광대역 인터넷, 무선 초고속 인터넷으로 불린다^[3].

언제 어디서나 이동 중에 다양한 단말기를 이용해서 높은 전송 속도로 무선 인터넷 접속이 가능토록 하는 서비스이며^[9], 이러한 무선 인터넷 접속의 서비스 품질을 높이려면 셀 설계(cell planning)를 통하여 최적화 서비스를 제공하여야 한다.

셀 설계(cell planning)란, 이동 통신 및 무선 통신망을 구축하는 과정에서 무선 인터넷 서비스의 품질을 높이기 위하여 기지국의 위치, 수 등을 정하는 것으로 무선 인터넷 서비스 품질을 결정하는 중요한 업무이다^{[4],[5]}. 셀 설계 작업은 소프트웨어 도구(software tool)의 활용과 서비스 지역 환경의 적합한 전파 모델의 적용을 통하여 기지국 위치 선정의 정확성을 높이고, 동시에 전파 음영 지역의 최소화 및 투자비의 절감 효과를 거두는데 그 목적이 있다^[12].

본 논문에서는 전파 예측 모델로 시뮬레이션 하여 기지국 위치 선정 후 실제 기지국 장비를 배치하여 서비스할 때 음영 지역^[6] 및 품질 저하에 따른 문제로 인하여 추가적인 기지국 배치, 재배치에 따른 많은 비용과 시간이 소모되는 문제에 있어서 이를 최소화 하는 중요한 사안으로서 최적화 과정은 아주 중요한 과정이다. 따라서 전파 예측 모델로서 기본 기지국 위치 선정 후 추가적으로 동일 지역의 서비스 커버리지, 품질을 기준으로 서비스에 가장 영향을 미치는 기지국의 위치와 안테나의 방향, 종류, transmit power 등 주요 무선망 최적화를 결정 짓는 파라미터 값의 변화에 따라 서비스 영역이 최적화 되어 서비스 지역 및 품질이 개선되는 과정을 무선망 기지국 최적화 시뮬레이션을 통하여 수행 결과를 보여 주게 됨으로서, 동일 지역 내 서비스 커버리지가 넓어지고 개선된 품질로 최적의 서비스를 제공할 수 있음을 확인할 수 있다.

무선망 최적화를 통하여 최소의 비용으로 서비스 지역의 품질을 높이는 것이 주된 목적이 되며, 최적화는 1) 셀 반경 내의 커버리지 문제를 다루는 클러스터 선정 및 지형 분석, 2) 사용자의 트래픽 분포에

따른 트래픽 최적화, 3) 세션 소통율, 핸드오프 성능 향상 등을 위한 품질 개선, 4) 시스템 부하율의 적정성 유지를 목적으로 한다.

II. 무선망 설계

무선망의 설계는 인터넷 서비스 품질을 충족시키는 용량과 설계 기준에 의하여 서비스 품질 확보를 목표로 한다. 아울러 서비스 품질 확보를 위한 시설 투자의 비용을 최소화 하며, 예측 서비스 품질이 목표 수준을 달성할 수 있도록 하게 함으로써 고품질의 서비스를 유지하면서 경제적 손실을 줄일 수 있다. 기지국을 배치하기 위해서는 셀 설계 시 목표로 하는 서비스 반경을 정확하게 산출하여야 하며^[4], 무선망 설계의 절차는 다음과 같다.

- 서비스 지역의 예측
- 셀의 분할 및 기지국 위치 선정
- 서비스 품질 분석 및 파라미터 결정

2-1 지형 구분 데이터

2-1-1 지형 및 지물

서비스 해당 지역을 분리하여 그 지역의 도로, 건물, 특성 등을 감안하여 서비스 가중치를 상대적으로 부여하는 것으로써 한 번 작성하면 계속 사용할 수 있으나, 도로의 신설 또는 건물 등의 신축 등으로 서비스 패턴이 변경될 경우에는 이를 보정해 주어야 지형 특성에 맞게 예측 모델을 만들 수 있으며^[7], 지역의 구분은 아래와 같이 3가지로 분류할 수 있다.

- 1) 고밀도 도심지: 초고층 빌딩이 있는 지역으로서 빌딩이 10층 이상으로 높이가 30 m이며, 작은 길이고 개방된 면적이 없는 지역이다.
- 2) 도심지: 보통 5~10층 건물로 이루어졌으며, 조그만 산책길이 있는 지역이다.
- 3) 도시 근교: 보통 1~4층의 저층 건물로 구성되어 있으며, 각각의 집들은 정원들과 야외가 있는 지역이다.
- 4) 전원: 공원과 야외 골프 연습장이 있으며, 드문 드문 집이 있는 지역이다.

2-1-2 무선망 설계 파라미터

적절한 서비스 영역을 예측하기 위해서는 예측

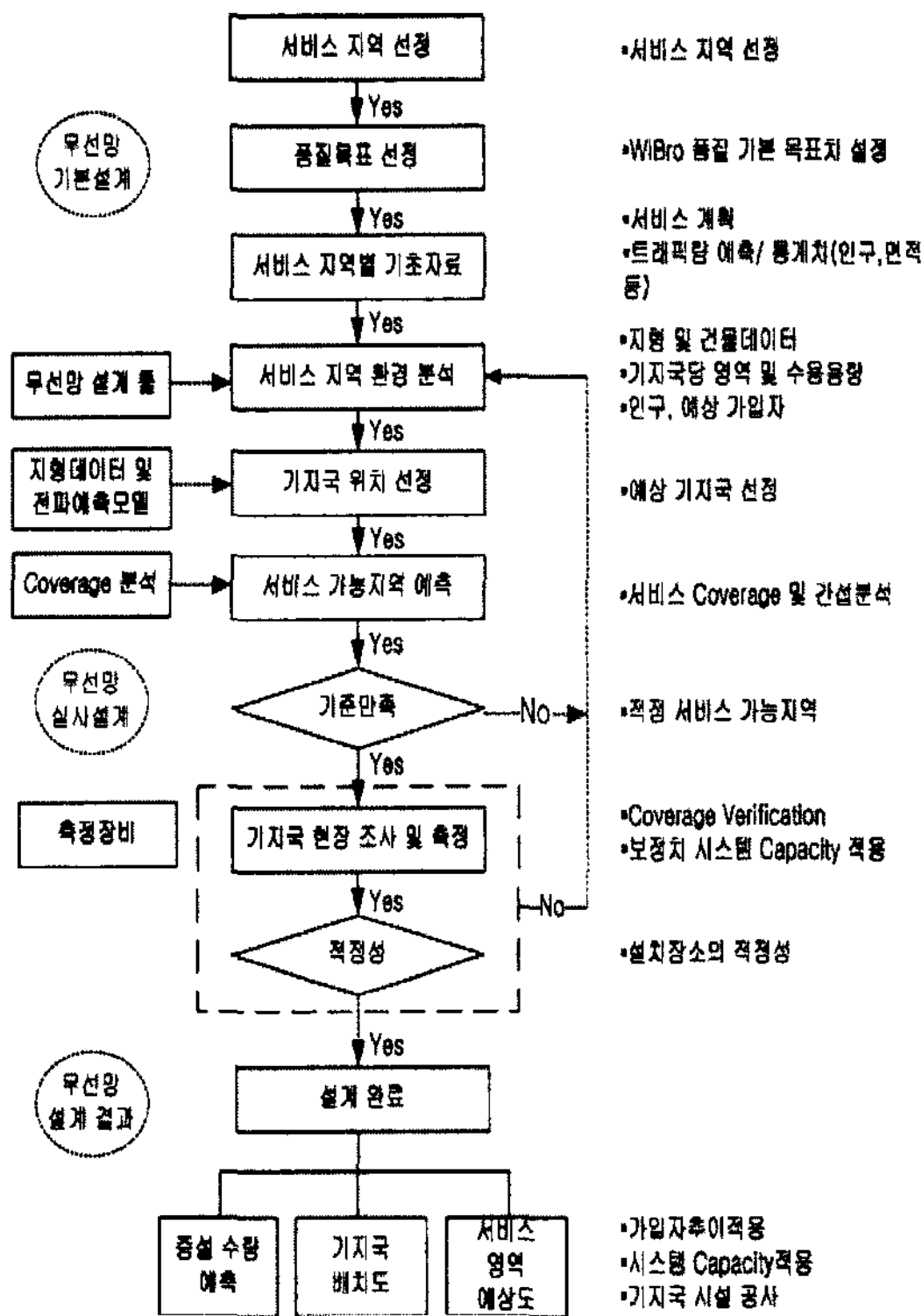


그림 1. 무선망 설계 절차
Fig. 1. Cell planning procedure.

입력 변수와 특성에 따라서 결과가 달라질 수 있기 때문에 전파 전파 예측 모델에서는 어떠한 것들이 영향을 가져올 수 있는지 검토하여야 한다.

III. 무선망 기지국 위치 최적화

무선망 최적화(RF optimization)란, 시스템의 품질 목표(Coverage-RSSI, CINR, FER, 접속 성공율, 핸드 오버 성공률, 음성 통화 품질 등)를 만족시키는데 영향을 미치는 모든 요소에 대하여 발생하는 문제점을 해결하는 과정을 의미한다^[8]. 시스템은 무선망과 유선망 영역으로 구성되지만, 본 논문에서의 최적화는 무선망 최적화를 지칭한다.

최적화의 대상은 크게 시스템 관점, 무선 엔지니어링 관점, 무선망 설계 관점으로 분류하여 볼 수 있다. 시스템 관점은 시스템 자체의 잘못된 구성 또는 고장으로 인한 장애 및 시스템의 구성 파라미터 등의 설정 오류 등을 점검하는 내용이고, 무선 엔지니어링 관점은 안테나 방향 및 틸트 조정, 출력 전력

표 1. 예측 모델 파라미터

Table 1. The parameter of the prediction model.

구분	파라미터
Coverage 기준	- Cell radius per modulation & code rate - RSSI & CINR - LOS & NLOS - Penetration loss - Fade margin - Receiver sensitivity - 서비스 지역별 특성 (일반 지역, 특수 지역)
Capacity 기준	- 기지국 시스템 용량: maximum & average - 가입자 용량: maximum & average - 서비스 지역별 특성 (일반 지역, 특수 지역)
주파수 활용 기준	- System capacity - CINR & RSSI - 지형 특성별 적용
중계기 설계 기준	- 도심 및 비도심 - 광 & RF 중계기 거리 및 delay
QoS & Traffic	- Required B/W - PER

세기 조정, 핸드오버 및 전력 제어 파라미터 조정 등의 알고리즘을 다루며, 무선망 설계 관점은 기지국의 위치 이동 또는 추가 및 주파수 재설정 등을 포함하며, 이는 최적화의 진행 순서와 일치한다.

최적화 작업을 수행하기 전에 경로상의 신호 품질을 측정하여 전체적인 무선 환경을 분석하여야 한다. 다음의 절차는 측정 경로 선정에서부터 최적화 수행을 하기까지 주요 수행 및 절차를 나타낸 것이다^[9].

3-1 최적화 수행 절차

최적화는 준비 단계, 측정 단계, 분석 단계 측정 단계에서 측정 결과를 바탕으로 무선망 설계 틀의 전파 모델을 보정함으로써 파라미터 값의 분석에 활용될 수 있다.

3-1-1 Define a Router with Map

최적화를 위한 drive route의 선정 기준은 다음과

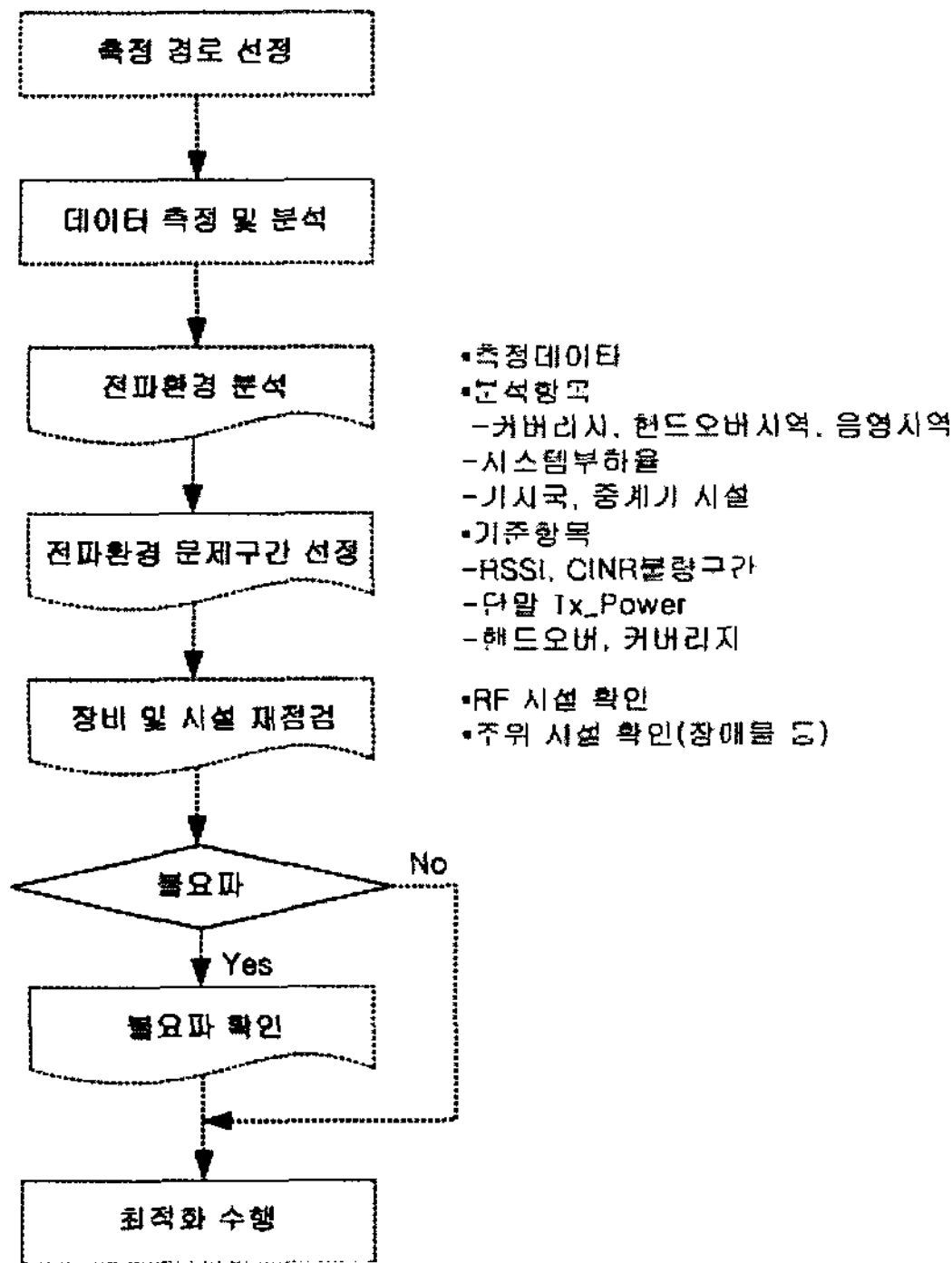


그림 2. 측정 절차
 Fig. 2. Measurement procedure.

같다. Drive route의 선정은 cluster test에서 전체 시스템에 상당한 영향을 미치므로 아래의 내용대로 따라야 한다.

- 1) Propagation prediction tool plot(cell planning 결과)을 구한다.
- 2) Test cluster 내의 예상되는 모든 coverage를 포함한 drive route를 정한다.
- 3) 어떠한 경우에도 drive route가 설계된 coverage area를 벗어나서는 안 된다.
- 4) Test cluster와 최적화되지 않은 인접 cluster의 접경 부분의 drive route 선정을 피한다.
- 5) Down link interference가 정확히 modeling된 지역을 우선적으로 drive route로 선정하여야 한다.
- 6) 큰 도로(또는 주요 도로)에서 작은 도로(또는 중요도가 낮은) 순으로 측정한다.

3-1-2 전파환경 문제구간 선정

- 1) RSSI 불량 구간
 - RSSI가 낮은 지역(음영 지역) 분석: -85 dBm

이하이다.

- 주변 기지국 및 중계기의 안테나 또는 출력을 조정하여 충분한 신호 세기를 얻을 수 있는지 분석한다.
- 지형 및 건물 등 지역 특성으로 인하여 서비스가 불가능하고, 서비스를 해야 할 충분한 이유(비교적 넓은 음영 지역, 통화량이 많을 것으로 판단되는 지역)가 있다고 판단되는 경우 기지국 또는 중계기를 추가한다.

2) 단말기 Tx_Power 불량 구간

- 단말기 Tx_Power가 23 dBm 이상이거나, 또는 급격히 내려가는 구간을 확인한다.

3) CINR 불량 구간

- CINR ≤ 5 dB인 상태가 100 m 이상인 구간 확인
- CINR 불량 구간에 대한 주 원인 및 간섭 원인 확인한다.

4) 기지국/섹터, 중계기 별 커버리지 분석

- 셀별 커버리지 출력
- 각 기지국/섹터, 중계기 별 커버리지가 예상 시나리오와 다른 기지국 또는 섹터 분석
- 기지국별 트래픽을 고려하여 트래픽이 균등하게 분포될 수 있도록 커버리지 조정(안테나 방향, 틸드 등) 한다.

5) 셀 커버리지 & 핸드오버 경계 확인

- 측정 결과와 커버리지 시나리오를 비교한다.

6) 외부 잡음(불요파) 또는 간섭 지역 확인

- 양호한 환경에서 CINR 저하 또는 출력 Power의 비정상 상태를 확인한다.

3-1-3 장비 및 시설 재점검

1) 기지국 RF 시설 상태 확인

- 안테나 종류(모델), 안테나 방향, 기울임 각(tilt)이 실사 결과와 같이 설치되었는가 확인을 한다.
- 정재파비(VSWR: Voltage Standing Wave Ratio)

를 측정하여 급전선 상태(절단, 굴절, 곡률 변경 등) 및 안테나 접속 상태 확인

- 안테나 접점/커넥터 연결 부위의 방수 상태 확인을 한다.

2) 안테나 앞 장애물 확인

- 안테나의 빔 폭 2배 범위에 금속성 장애물 또는 다른 안테나가 존재하지 않도록 위치 조정하며, 안테나 앞에 장애물(건물, 산) 등을 확인을 한다.

3-1-4 불요파(외부 잡음)로 인한 열화

1) 불요파로 인한 커버리지 열화 현상

- 단말기 측정 시 Tx_Power가 최대로 올라감

2) 불요파 추적

- Spectrum Analyzer를 사용하여 해당 주파수 대역의 스펙트럼을 측정한다.
- 간섭으로 작용하는 신호에 대한 스펙트럼 파형을 분석하여 간섭 신호 특성 및 유형 파악
- 방향성 안테나를 이용하여 외부 잡음원 위치 파악한다.

3-1-5 최적화 수행

1) 출력 조정, 안테나 교정, 시설 교정

- 시설 확인 및 개통 현황 확인 시 기지국, 중계기 상세 설계서와 일치하지 않는 부분에 대한 교정 작업을 한다.

2) 안테나 조정

- 안테나 direction
 - 커버리지 시나리오 재검토 및 섹터 방향이 적정한 지 분석하여, 안테나 방향 조정으로 간섭 제거를 한다.
 - 가급적 문제 지역 쪽의 안테나 방향을 조정해야 틸트를 사용하여 간섭을 제어할 수 있다.
- Tilt 조정
 - 문제 지역을 향하는 기지국 안테나는 틸트를 조정하여 간섭량을 조절한다.

3) 안테나 변경

- 안테나 조정으로 간섭 제어가 곤란한 경우, 안테나 수평 빔 폭 또는 수직 빔 폭을 조정하여 간섭을 제어할 수 있는지 검토한다.
- 적정 안테나 형식으로 안테나 교체(수평각, 수직각, Gain, E_Tilt 등)
- 커버리지에 문제가 없는 범위 내에서 수평 방향 빔 폭이 작은 안테나를 사용한다.
- 적정 수평 빔 폭을 가지는 안테나로 변경한다.

4) 셀 분할/ 병합

- 셀 분할: 가입자/트래픽 용량 분산
- 셀 병합: 셀간 간섭 최소화

5) 기지국/중계기 이설

- 현재의 위치가 부적절하여 음영 지역이 발생할 경우 이설을 고려한다.
- 장비 이설 시 기존 커버리지 확보 여부 확인
- 이설할 경우 경제성 평가를 한다.

6) 기지국/중계기 신설

- 특정 문제 지역을 해소하기 위해 주변 기지국의 안테나를 조정한 후에도 음영 지역 해소가 어려울 경우 기지국/중계기를 사용한다. 즉, 간섭 신호를 제거하기에 곤란할 경우, 기지국 또는 중계기를 신설하여 음영 지역을 해소한다.
- 통화량(트래픽)이 많이 발생할 것으로 판단되면 기지국 추가를 검토한다.

7) 기지국 출력 조정

- 가급적 안테나 조정 및 교체, 설치 장소 변경으로 문제를 해소한다.
- 기지국 출력은 신중하게 조정, 옥내(indoor) 커버리지 확보에 영향을 미친다.

3-2 안테나 특성

- 1) VSWR(Voltage Standing Wave Ratio) 정재파(standing wave)는 진행파가 어떤 경계면을 기준으로 반사되어 돌아온 파와 합쳐지면서 발생한 정지된 파동을 의미한다. VSWR(또는 SWR)

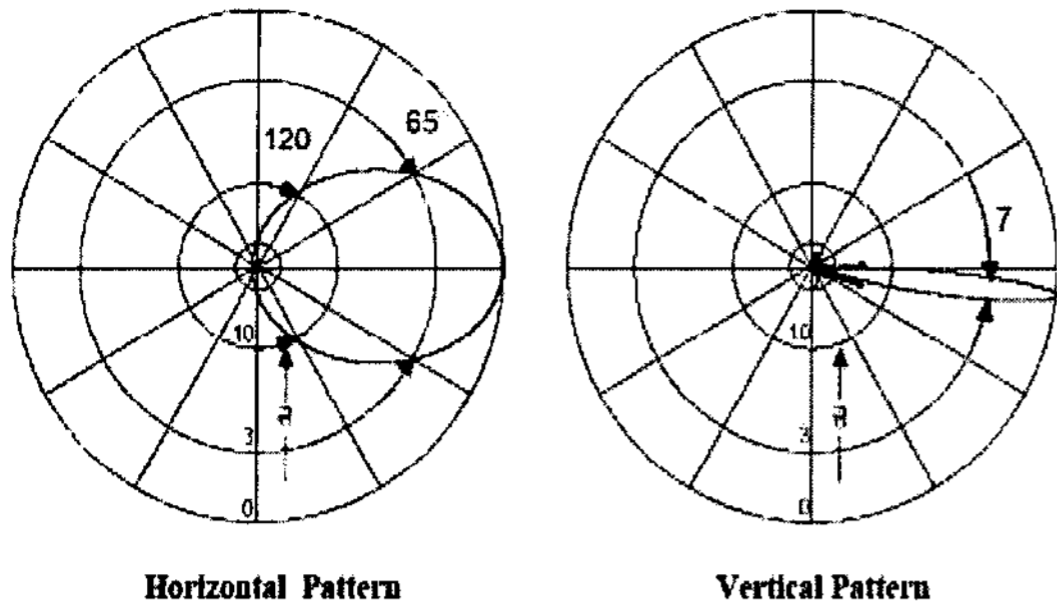


그림 3. 안테나 빔 패턴
Fig. 3. Antenna beam pattern.

은 입력면 정재파의 최소값과 최대값의 비로서, 정재파가 얼마나 크나를 나타내는 지표이다. 반사가 전혀 없다면, 정재파도 없기 때문에 비율은 1이 되어 최상의 값을 가지고, 반사량이 아주 크다면 VSWR은 무한대임.

$$\text{정재파비} = (1 + \text{반사 계수}) / (1 - \text{반사 계수})$$

$$\text{Return Loss(dBm)} = 20 \log_{10}(\text{VSWR} + 1 / \text{VSWR} - 1)$$

$$\text{VSWR} = (10^{\text{RL}/20} + 1) / (10^{\text{RL}/20} - 1)$$

2) 안테나 패턴

- 빔 패턴

Far field 영역에서 구 좌표계의 함수로 안테나의 복사 특성을 도시적으로 나타낸 것이다. 단, 그림 3은 전기적인 틸트가 있는 안테나의 수직 패턴을 나타내었고, 일반적인 안테나는 전기적 틸트가 없는 기계적 틸트를 이용하여 최적화를 수행한다.

3) Antenna Tilts

- Electronic Tilts & Mechanical Tilts

- Electrical tilt: 안테나 제작 시 각 소자에 위상차를 조절하여 안테나 복사 방향을 조정

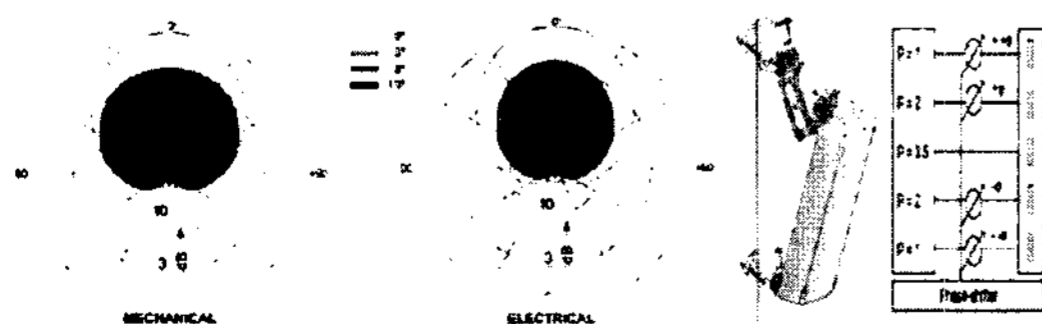
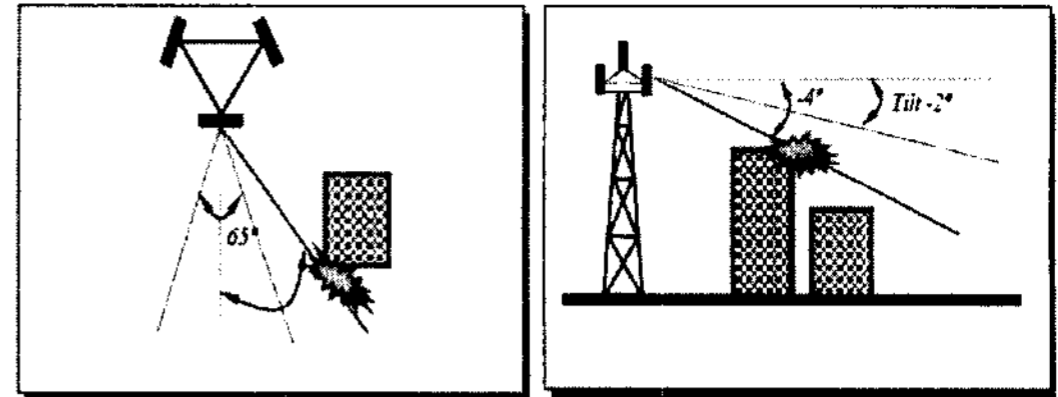


그림 4. 전기적 틸트 & 기계적 틸트
Fig. 4. Electronic tilts & mechanical tilts.



(a) 수직 패턴 (a) Vertical pattern
(b) 수평 패턴 (b) Horizontal pattern

그림 5. 안테나 틸트
Fig. 5. Antenna tilts.

한 안테나 타입

단점: 이득이 0.5~1 dB 정도 적음.

- Mechanical tilt: 운용자에 의해 물리적으로 기울기를 조절하는 방식

Tilt 유의점: Null angle에 주의 필요

- Antenna tilts

수평선에서 최대 커버리지를 확보하기 위해서는 전기적, 기계적 틸트를 사용하지 않은 안테나를 사용한다.

- 지형적인 여건 및 주변 환경에서 커버리지를 확보하기 위해 틸트를 조정할 때 기계적 틸트를 고려하여 조정

$$\text{Total tilt angle} = (\text{Vertical} + \text{Eo_Tilt}/2) + \text{Mo_Tilt}$$

4) Antenna gains

- dBi & dBd Relation

- 절대 이득(dBi)=dBd+2.15

등방성(Isotropic) 안테나를 기준으로 한 이득

- 상대 이득(dBd)=dBi - 2.15

무손실 반파장 다이폴(dipole) 안테나를 기

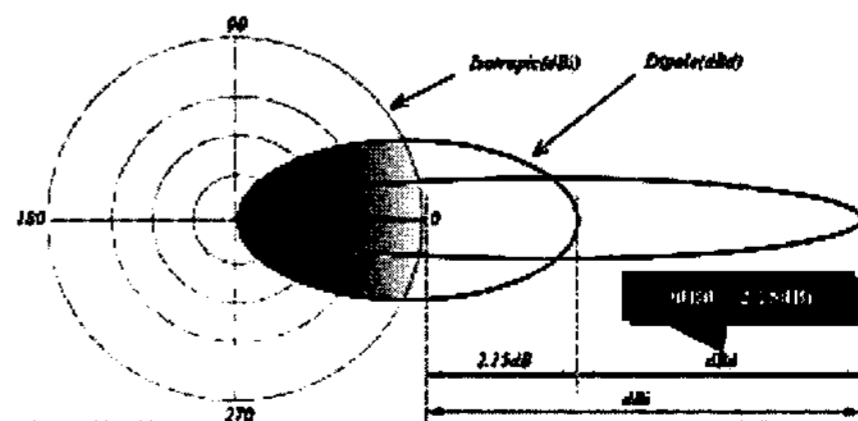


그림 6. 안테나 관계
Fig. 6. Antenna relation.

준으로 한 이득

- Yagi Antenna Gain(dBd)=10log(Antenna Array 개수)

IV. Simulation

본 연구의 시스템 환경으로는 CPU Core2Duo 6600 2.40 GHz, 4 GB RAM, OS는 Windows2000, simulation tool로 전파 모델^[12] Hata(cost-231)을 이용하여 시뮬레이션 하였다.

4-1 시뮬레이션 절차

- 1) 무선망 설계 틀
 - 기지국 수 산출
 - 서비스 영역
- 2) 지형 및 지물 데이터 적용
- 3) 관련 파라미터 setting
- 4) 전파 분석
- 5) 기지국 위치 변경, 안테나 변경
- 6) 서비스 영역 및 품질 확인

4-1-1 기지국 위치 선정 Input Data

- 1) 서비스 지역 3차원 전자지형 지물 데이터
건물의 높이, 폭, 재질 등의 데이터 포함한다(그림 7).

지형을 구분해 놓은 데이터이다(그림 8).

지면, 강, 호수, 바다, 비, 장애물, 방해 전파 따위 때문에 레이더 화면에 불필요하게 생기는 반사상 등의 데이터를 포함한다(그림 9).

지형 지물 입력 데이터 파라미터는 고밀도 도심



그림 7. 3차원 전자 지형 지물 데이터(building)
Fig. 7. Three-dimensional electronic topographic data (building).



그림 8. 3차원 전자 지형 지물 데이터(terrain)
Fig. 8. Three-dimensional electronic topographic data (terrain).



그림 9. 3차원 전자 지형 지물 데이터(clutter)
Fig. 9. Three-dimensional electronic topographic data (clutter).

표 2. 지형 지물 입력 데이터 파라미터

Table 2. The parameter of the topographic input data.

Color	Received power (dBmW)	Land use (Clutter)
Red	Less than 45	Dense Suburban low
Orange	45 ~ 50	Isolated High buildings
Yellow	50 ~ 55	Open in Urban & sea
Green	55 ~ 60	Barren
Blue	60 ~ 65	Rangeland
Sky blue	65 ~ 70	Wetland
Dark khaki	70 ~ 75	Urban
Violet red	75 ~ 80	Dense urban
Magenta	80 ~ 85	Dense suburban
Gray	Over 85	Urban high

* Digital map을 사용하였으며, 지형 지물 데이터를 고려하여 Clutter 구분.

지^{[10],[11]}, 도심지, 도시 근교, 전원 에 대한 것과 각 지역에 위치한 건물, 반사되는 건물의 속성, 구릉지, 강가 등의 데이터를 전파 측정 값으로 나타내어 주며, 이는 전자 지형 지물 데이터 그림 7~9로 나타내어 주고 있다.

4-2 시뮬레이션 결과(예_경기 평촌)

본 연구에서는 전자 지형 지물 데이터를 이용해 기본 기지국 위치 선정 결과, 그림 10을 가지고 주황색(3열, 3행) 부분의 지형적 특색을 고려해 기지국 위치 이동과 안테나 각도를 최적화 하여 서비스 품질과 커버리지가 향상되는 결과, 그림 11을 보여 주고 있다.

지형 특징(건물, 장애물, 건물의 반사, 지형)의 전자 지형 지물 데이터를 활용하여 기본 기지국 위치를 선정한 결과, 서비스 목표 지역 주황색(3열, 3행)의 서비스 품질이 40 dB 이하로 낮고, 커버리지 또한 47 %로서 좁게 나와 최적화를 통하여 개선시켜야 됨을 확인할 수 있다.

전자 지형 지물 데이터를 이용한 기본 기지국 위치(주황색 화살표)에서 건물의 높이와 반사 특징이

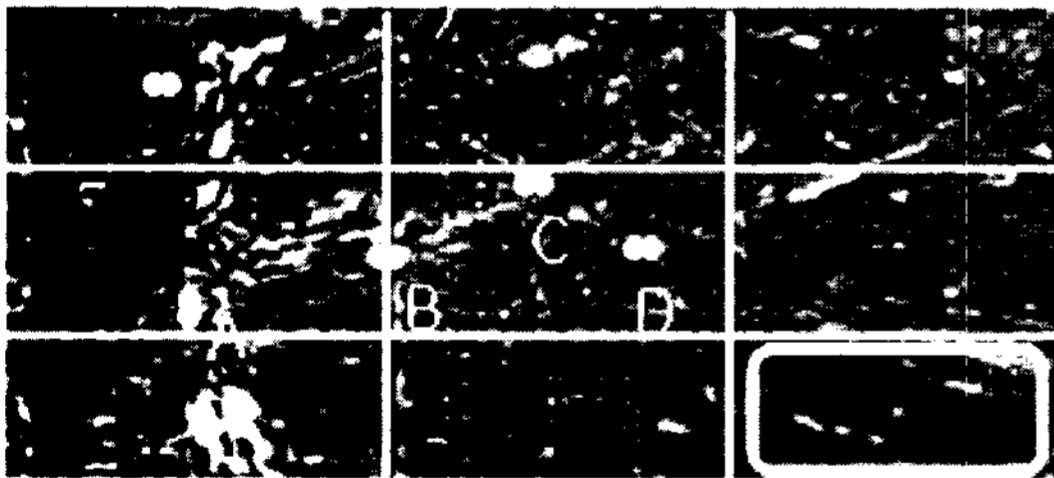


그림 10. 기본 기지국 위치 선정 결과
Fig. 10. The location result of the basic base station.

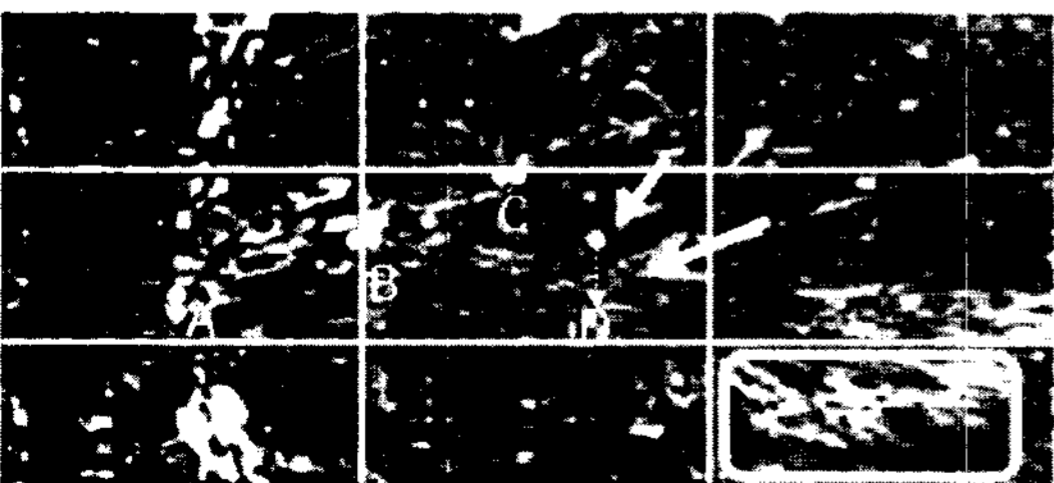


그림 11. 기지국 위치 이동/안테나 조정 결과
Fig. 11. The base station location and antenna adjustment result.

표 3. 시뮬레이션 결과 파라미터

Table 3. The parameter of the simulation result.

Parameters	Value			
	A 기지국	B 기지국	C 기지국	D 기지국
latitude	37.367	37.370	37.374	37.370
	37.367	37.370	37.374	37.370
	37.367	37.370	37.374	37.370
longitude	127.108	127.115	127.119	127.123
	127.108	127.115	127.119	127.123(127.121)
	127.108	127.115	127.119	127.123
elevation	85	57	42	95
	85	57	42	95
	85	57	42	95
frequency	2300	2300	2300	2300
	2300	2300	2300	2300
	2300	2300	2300	2300
propagation model	Cost 240 HATA	Cost 237 HATA	Cost 234 HATA	Cost 231 HATA
	Cost 241 HATA	Cost 238 HATA	Cost 235 HATA	Cost 232 HATA
	Cost 242 HATA	Cost 239 HATA	Cost 236 HATA	Cost 233 HATA
	Cost 242 HATA	Cost 239 HATA	Cost 236 HATA	Cost 233 HATA
polarization	vertical	vertical	vertical	vertical
	vertical	vertical	vertical	vertical
	vertical	vertical	vertical	vertical
Antenna Type	directional	directional	directional	directional
	directional	directional	directional	directional
	directional	directional	directional	directional
antenna height	47	100	28	38
	47	100	28	38
	47	100	28	38
trans_line _type	7/8" air	7/8" air	7/8" air	7/8" air
	7/8" air	7/8" air	7/8" air	7/8" air
	7/8" air	7/8" air	7/8" air	7/8" air
Cable_line _length	25	25	13	15
	17	25	16	18
	20	25	23	43
trans line loss	1.6651	1.6651	0.865852	0.99906
	1.132268	1.6651	1.065664	1.198872
	1.33208	1.6651	1.531892	2.863972
antenna gain	17	17	17	17
	17	17	17	17
	17	17	17	17
max_transmit _power _per_channel	43dBm	43dBm	43dBm	43dBm
	43dBm	43dBm	43dBm	43dBm
	43dBm	43dBm	43dBm	43dBm
az orient	30	30	0	70
	150	150	190	220(270)
	270	240	270	330
Beam tilt	-4	-3	-4	-5
	-5	-3	-4	-5
	-3	-3	-4	-5
bandwidth	8.75	8.75	8.75	8.75
	8.75	8.75	8.75	8.75
	8.75	8.75	8.75	8.75

많은 상가란 점을 고려하고, 대각선으로 위치를 이동하여(초록색 화살표) 전파가 대로변을 활용하여 서비스 목표 지역인 주황색(3열, 3행)으로 쉽게 전파를 용이하게 전파되게 하고, 기존 수직 안테나에서 수평 안테나로 바꾸어 사용하고 방향과 틸트를 220도에서 270도로 바꾸어 조정한 결과, 서비스 목표 지역의 품질은 45 dB에서 60~75 dB, 커버리지는 90 % 이상 향상되었다.

표 3은 전자 지형 지물 데이터로 위치 선정된 기지국 A~D 각각의 파라미터 값이며, D 기지국의 () 안의 파라미터 값은 최적화를 하기위해 변경된 파라미터 값이다.

V. 결 론

전파 예측 모델 Hata(cost-231)은 기존 이동 통신

의 기지국 위치 선정에 있어서 이용된 모델로 와이브로 기지국 위치 선정시 음영 지역이 발생하여 최적화에는 어려움이 있다^[13] 따라서, 이를 개선하기 위하여 기지국 위치 선정 후 다시 무선망 최적화 절차인 기지국 위치 이동, 안테나 각도, 틸트 등을 변경시켜 음영 지역을 개선하도록 해야 한다. 본 논문은 실무에서의 무선망 기지국 최적화 방법을 기본으로 전파 예측 모델에 따라 품질을 만족시키기 위해 문제 구간을 선정하고 측정을 통해 불요파를 확인하여 음영 지역과 품질 저하를 최대한 방지하고, 비용을 최소화하기 위하여 최적화 요소인 기지국 수의 변동 및 안테나의 종류, 지향각의 변환 등으로 시뮬레이션 결과를 제시함으로써 다양한 지형 지물의 형태에 맞게 무선망 기지국 위치 선정의 최적화가 되는 것을 보여주고 있다. 인터넷 산업은 산업의 융합화 현상을 가장 잘 반영하는 산업으로서 네트워크 기반의 신산업을 지속적으로 창출하고 있으며, 그 투자비 또한 경제적으로 막대할 것이다. 수익성 확보와 경쟁력을 강화하려는 통신 서비스 업체의 이러한 최적화 수행에 대한 노력은 투자비 절감과 질 좋은 서비스 제공을 하는데 있어서 성능이 향상된 제품 개발의 연구와 실무에서의 현장 경험으로 축적된 기술과 병행하여 지속 연구되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 윤찬영, 배성수, 이민희, 오영환, "마이크로 셀 환경에서 건물 밀집 지역의 전파 예측 모델에 관한 연구", 한국통신학회논문지, 26(4), p. 500, 2001년.
- [2] 윤찬영, "마이크로 셀 환경에서 건물 밀집 지역의 전파 예측 모델에 관한 연구", 한국통신학회 논문지, 26(4), pp. 500-505, 2001년.
- [3] 홍현성, "회회 보이는 Wibro", pp. 17-25, 2006년.
- [4] 노순국, 최동우, 박창균, "마이크로셀 이동 통신의 전파 예측 모델에 관한 연구", 한국음향학회지, 18(8), pp. 100-107, 1999년.
- [5] 최정민, 오용선, "전파 예측 모델에 의한 이동 통신 무선망 셀 계획의 시뮬레이션 연구", 한국콘텐츠학회논문집, 4(2), pp. 22-26, 2004년.
- [6] 정성한, "도심 지역 전파 예측에 관한 연구", 광운대학교 산업정보대학원 전자통신공학과 석사학위논문, p. 12. 1999년 6월.
- [7] 이형수, 이혁재, "Macrocell에서 지형 정보를 이용한 전파전파 예측 모델 제안", 한국통신, Telecommunications Review, 6(3), pp. 257-267, 1996년.
- [8] 이재형, 최성순, 정재현, "이동전화 무선망 설계 및 최적화", IE매거진 정보 통신 특집, 4(2), pp. 17-21, 1997년 1월.
- [9] 박철용, 김기욱, 하태숙, 좌정우, 이경수, "전파전파예측과 이를 이용한 PCS 무선망 설계 최적화 기술", 한국전자과학회논문지, 10(1), pp. 39-40, 1999년.
- [10] 임현규, "지상 업무를 위해 고 신뢰성 전파예측 시뮬레이터 개발 연구", 한남대학교 석사학위논문, 2007년.
- [11] 김명기, 홍인기, "휴대인터넷 시스템 셀 설계 방식에 관한 연구", 한국향행학회논문지, 9(1), 2005년 1월.
- [12] 김채영, 정백호, "도심지 마이크로셀과 피코셀의 전파 모델", 한국이동통신, Telecommunications Review, 6(3), pp. 221-235, 1996년.
- [13] 김송민, 박창균, "이동 통신의 음영 지역 전파환경 개선", 한국음향학회논문지, 15(3), pp. 89-91, 1996년.

노수성



1997년~2000년: 삼성전자(주) S/W 개발팀 근무

2001년~2002년: 엠비에이소프트 대표

2003년: 경기대학교 전자계산학과 (이학사)

2003년: 서울반도체(주) 근무

2005년: 에피밸리(주) 근무

2006년: 성균관대학교 컴퓨터공학과 석사수료

2007년~현재: 포스데이타(주) 근무

[주 관심분야] 컴퓨터 모델링 & 시뮬레이션, 반도체 공정 시뮬레이션, LED 광 특성 시뮬레이션, 셀 설계

이철기



1980년: 성균관대학교 전자공학과 (공학사)

1985년: Arizona State University 전기 및 컴퓨터공학과 (공학석사)

1990년: University of Arizona 전기 및 컴퓨터공학과 (공학박사)

1979년~1983년: 한국방송공사(KBS)

기술요원

1990년~1995년: 삼성정보통신본부 컴퓨터응용개발실 수석연구원

1995년~현재: 성균관대학교 정보통신공학부 교수

[주 관심분야] 컴퓨터 시뮬레이션, 객체지향 모델링, 공장 자동화, 전문가시스템