

<http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2013.13.5.155>

JIIBC 2013-5-19

## 스마트폰을 이용한 교량 정보 시스템 설계 및 구현

### Design and Implementation of Bridge Information System using Smart Phone

이화민\*, 최성재\*\*

Hwa-Min Lee, Sung-Jai Choi

**요 약** 증강현실 기술은 가상의 정보와 현실의 배경을 혼합하여 사용자에게 제공하는 기술로, 현재 많은 분야에서 이 기술을 접목하여 다양한 연구를 진행하고 있다. 그 중 하나인 건설 산업은 복잡한 설계와 시설물을 기반으로 모든 업무가 행해지는 특징으로 인해 증강현실 기술의 활용 가능성이 높은 분야로 주목받고 있다. 또한 증강현실 기술은 현재 많은 사람들이 사용하고 있는 스마트폰에 구현되어 쉽고 빠르게 이용할 수 있게 되었다. 이에 본 논문에서는 콘크리트 교량의 유지 및 관리를 위해 증강현실 기반의 모바일 어플리케이션을 제안한다. 내/외적인 정보들을 제공하는 증강현실 기반 교량 정보 시스템을 제안한다. 본 논문에서 구현한 교량 정보 어플리케이션은 스마트폰과 증강현실 기술을 이용하여 교량의 다양한 정보를 제공할 수 있다.

**Abstract** This paper presented an augmented reality based mobile application of maintenance and management for concrete bridges. For the development of augmented reality system, it was necessary to establish the concrete bridges detail information and history of maintenance that build the database of those. Also, the augmented reality based system required that concrete bridge information presented by the mobile smart phone. Therefore, this study developed an augmented reality based concrete bridge information mobile application-All about Bridge based on android smart phone and smart pad. The proposed All about Bridge application supports a various bridge informations simultaneously using smart phone and augmented reality technology.

**Key Words** : bridge information system, smart phone, augmented reality technology, bridge performance evaluation

## 1. 서 론

사회기반시설물 중 대표적인 구조물인 교량은 그 중요성 때문에 선진국을 중심으로 콘크리트 교량을 대상으로 하는 유지관리 시스템 및 다양한 소프트웨어가 개발되고 있다.

국내의 경우 1990년대부터 시설물 안전관례체계 내에서 교량에 대한 별도의 관리지침이 제정되고, 진산화된

교량관리시스템(Bridge Management System : BMS)이 국토해양부, 한국도로공사, 시설안전공단 등 관리 주체별로 개발되어 왔다. 현재의 BMS는 개발 초기 수준에서 큰 변화없이 사용 시스템의 운영체제 변경과 같은 소극적인 변화만 진행되어 활용도 및 성능이 매우 제한적인 상태이다<sup>[1]</sup>.

증강현실은 실제 환경에 가상으로 생성한 정보를 실시간으로 혼합하여 보여주는 기술로, 눈으로 보는 현실

\*정회원, 순천향대학교 컴퓨터소프트웨어학과

\*\*중신회원, 가천대학교 전자공학과(교신저자)

접수일자 2013년 8월 29일, 수정완료 2013년 9월 29일

게재확정일자 2013년 10월 11일

Received : 29 August, 2013 / Revised : 29 September, 2013

Accepted : 11 October, 2013

\*\*\*\*Corresponding Author: csj0717@gachon.ac.kr

Dept. of Electronic Engineering Gachon University, Korea

세계와 부가정보를 갖는 가상세계를 합쳐 하나의 영상으로 보여주는 가상현실의 한 분야로서 실제 환경에 가상의 사물을 합성하여 원래의 환경에 존재하는 사물처럼 보이도록 하는 컴퓨터 그래픽 기법이다<sup>[2]</sup>. 이러한 증강현실의 특성을 이용하여 많은 분야에서 활발히 접목되어지고 있으며 여러 산업과의 연계를 통해 편의성 제고, 체험·공감확대, 안전·효율성 제고 측면에서 많은 부가가치를 만들어낼 전망이다<sup>[3][4]</sup>. 특히 건설 산업 분야는 산업 현장에서 산업 구조를 개선하고 발전시키는 핵심도구로 새롭게 부상하고 있다. 그러나 현재 유명 건축물에 대한 의적인 정보를 보여주는 기술들은 많이 있지만, 스마트폰을 이용하여 증강현실을 건축과 접목하는 연구는 아직 미비한 실정이다.

이에 본 연구에서는 사용자의 위치정보를 제공하는 GPS와 카메라가 탑재된 스마트폰을 이용하여 콘크리트 교량에 대한 정보를 제공하는 증강현실 기반의 교량 정보 시스템인 All about Bridge 어플리케이션을 개발하였다. 개발된 교량 정보 시스템은 위치기반 기술과 영상인식 기술을 혼합하여 사용자가 위치한 주변의 교량을 식별하고 교량의 기본 정보 및 유지관리 정보를 사용자에게 편리하게 제공할 수 있다.

## II. 관련 연구

### 1. 증강 현실

그림 1과 같이 현실세계와 가상현실을 융합하는 복합형 가상현실 시스템이라고도 불리는 증강현실의 목적은 실제 관찰하고 있는 사물이나 장소에 대한 부가적인 정보나 의미를 함께 제공하는 것이라고 할 수 있다.

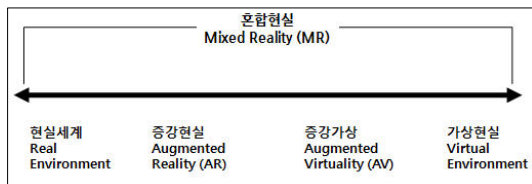


그림 1. 혼합현실의 종류  
Fig. 1. Types of augmented reality

증강현실 기술은 사용자의 위치와 방향정보를 제공하는 ‘디지털 컴퍼스’ 내장한 스마트폰의 보급으로 빠르게

활성화되고 있다. 또한 Google, Naver 등에서 제공하는 Map API를 이용하여 실시간으로 입력되는 사용자의 카메라 영상에 사용자가 바라보고 있는 건물의 정보를 겹쳐 다양한 목적의 모바일 증강현실 애플리케이션이 개발되고 있다. 이러한 증강현실을 구현하기 위한 구성요소는 표 1 과 같다<sup>[3]</sup>. 사용자와 콘텐츠간의 상호작용에 있어서의 증강 현실은 가상현실과 달리 사용자가 현실 세계에서 가상의 콘텐츠나 서비스와 직접적이고 직관적인 상호작용을 할 수 있는 장점이 있다.

표 1. 증강현실 핵심 기술

Table 1. Core technology of augmented reality

3D Modeling	가상 객체를 생성하기 위한 3D 모델링
Display Device	가상 객체와 현실 장면을 혼합해서 볼 수 있는 HMD
Camera Calibration	카메라의 파라미터를 계산할 수 있는 카메라 구경 측정
Location Tracking	사용자 위치 및 이동에 대한 감지 및 추적
Registration	가상 객체를 실제 환경에 올바르게 위치
AR Software	DB를 분석한 정보 및 가공된 정보를 프로그램에서 3D 형태화
Mobile Internet Device	AR 프로그램, 카메라, 디스플레이 장치를 동시에 사용 가능

### 2. 건축분야에서의 증강현실 기존 연구 분석

건축물은 생명체와 마찬가지로 생애주기(Life Cycle)를 가지고 있으며, 앞으로는 이러한 생애주기 전반에 걸친 방향의 연구가 필요하다. 또한 설계, 시공, 유지관리, 철거 단계의 수명 주기 동안 필요한 모든 정보 및 조직, 업무 및 공정들을 통합관리 해야 한다. 이는 건물의 초기 디자인 단계에서부터 유지 및 관리에 이르기까지 좀 더 효과적으로 건물에 대한 전반에 관한 정보를 관리할 수 있기 때문이다. 이것을 건축물 수명 주기 또는 건축 정보 모델(BIM : Building information model)이라고 한다. 건축 정보 모델의 궁극적인 목표는 교량을 건설함에 있어서 더 싸게, 더 빠르게, 더 안전하게 설계 및 시공을 하고 철거 전까지 최소한의 비용으로 최상의 상태를 유지하는 것이다<sup>[5]</sup>. 표 2는 건설 분야에서 증강현실 기술을 이용한 응용분야별 시나리오와 그에 따라 예상되는 모습을 제시하였다<sup>[6]</sup>.

표 2. 건설 분야의 증강현실 활용 분야  
Table 2. Major application field of augmented reality in construction

분야	시나리오
시공	건설현장에서 건축물의 완성 모습이나 시공과정 등을 사전에 실시간으로 시뮬레이션 할 수 있으며, 4D CAD의 개념을 충실히 수행할 수 있음.
리모델링	공간의 변화를 미리 볼 수 있어 클라이언트와 건축가간의 의사교환을 도와주며, 즉각적으로 원하는 정보를 제공할 수 있음.
시설물 유지관리	건축물 내부에 존재하는 다양한 설비 정보를 3차원으로 가시화하여, 배관 관련 문제 발생 시 설비의 위치 및 예상되는 원인이 예측 가능.
재난 및 안전관리	건물 내에서 위급한 상황 발생시, 전체 공간 관계정보 데이터를 증강현실로 가시화하여 효과적으로 대피경로 정보를 제공 받을 수 있다.
도시계획	옥외환경에서 건물정보를 사전에 획득하여, 도시 계획 시 현재 각 건물들의 용도나 건물구성현황 등에 대한 효과적인 탐색 가능.

### III. 시스템 구조

본 논문에서 제안하는 증강현실 기반 교량 정보 시스템은 그림 2와 같다. 사용자는 교량에 대한 물리적 요소와 사용/관리적 요소를 증강현실 기술이 구현된 스마트폰을 통해 얻게 된다. 이러한 정보를 통해 교량에 대한 유지관리, 안전진단, 시공, 확장과 같은 전반적인 교량 관리를 할 수 있게 된다.

사용자는 스마트폰의 GPS와 카메라를 이용, 자신의 위치정보를 받게 된다. 모바일 네트워크는 Location based service server와 Location position server에 접속하여 전송받은 사용자의 위치를 화면에 표시한다. 그 후 사용자의 위치 정보를 InfoBridge 서버로 전송한 후, InfoBridge 서버에서 사용자 위치 근처 교량의 위도, 경도를 DB에서 검색하여 그 위치에 해당하는 교량을 화면에 표시하게 된다. 사용자가 화면에 보이는 교량을 선택하게 되면 Information DB에 접속하여 해당 교량의 자세한 정보를 볼 수 있다. 또한 사용자 주변의 교량이 아니라도 InfoBridge 서버에 접속하여 원하는 지역이나 교

량의 이름으로도 검색하여 정보를 제공받을 수 있다.

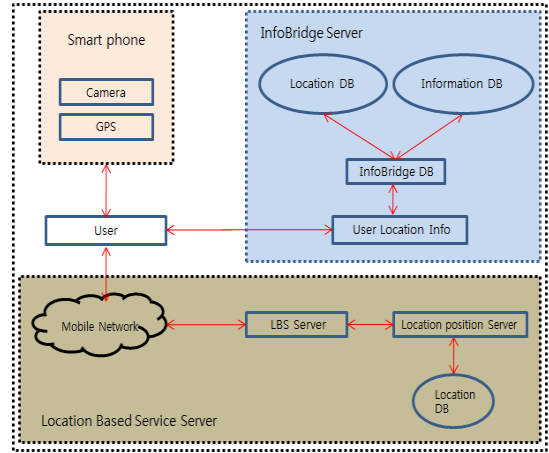


그림 2. 교량 정보 시스템 구조도  
Fig. 2. Architecture of bridge information system

### IV. 데이터베이스 설계

본 논문에서 제안하는 증강현실 기반 교량 정보 시스템은 사용자가 위치 근처에 있는 교량의 정보를 제공받을 수 있고 원하는 교량의 이름으로도 검색할 수 있다<sup>[7]</sup>. 그래서 교량의 정보들을 관리하고 유지하는 최적화된 데이터베이스가 필요하고 이를 통해 성능과 안정성을 높여 빠른 검색과 정보의 높은 신뢰도를 제공해야 한다. 꾸준히 증가하고 있는 교량의 정보를 제공하기 위해서는 어떻게 저장, 관리, 가공할 것인가를 연구하고, 그에 따른 데이터베이스 설계를 통하여 사용자들에게 안정되고 빠른 정보를 제공할 수 있다<sup>[8]</sup>. 이를 위해 본 논문에서는 표 3과 같이 교량의 물리적 요소와 사용/관리적 요소라는 두 가지 개념을 정의하고 하나의 테이블로 설계하였다.

물리적 요소와 사용/관리적 요소 테이블은 정규화를 통해 설계되고 수정된다. 또한 사용자 위치를 통해 교량의 정보를 제공하기 위해서 표 4와 같이 위도와 경도가 저장되어 있는 위치 정보 테이블을 설계하였다.

또한 사용자 위치 검색 외에 지명이나 교량의 이름을 통해 직접 검색하는 방법을 위해 표 5와 같이 교량 이름 테이블을 설계 하였다. 이 테이블은 사용자 위치를 이용한 검색을 할 때 기본키인 교량의 이름을 갖게 된다.

표 3. 교량 정보 세부 정보 테이블  
Table 3. DB table of bridge information

Attribute	Value	Description
_id	1	아이디(키)
Address	서울 종로구	주소
Completion	1985년	준공 일자
Traffic	2042대	교통량
Superstructure	RC 슬레이브	상부 구조
Substructure	T형 교각	하부 구조
Length	70m	교 장
Width	25m	교 폭
Valid Width	23.5m	유효 폭
Weight	DB-24	하중
Caudex	5개	경간 수
Material	콘크리트	자 재
Safety Inspection	유지보수 내역	유지보수

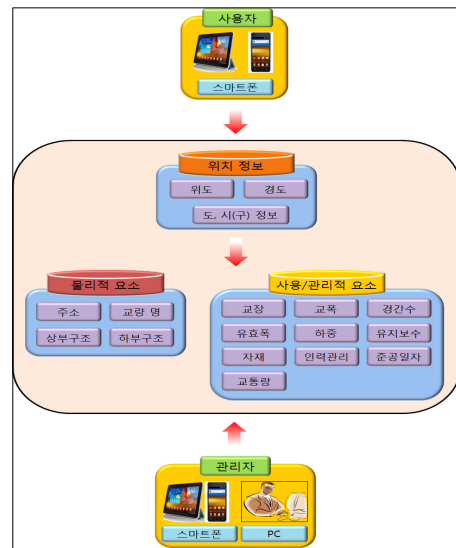


그림 3. 교량 정보 데이터베이스의 구조도  
Fig. 3. Architecture of bridge information database

표 4. 위도 및 경도 정보 테이블  
Table 4. DB Table of latitude and longitude

Attribute	Value	Description
_id	1	아이디(키)
Latitude	36.570497	위 도
Longitude	126.502782	경 도

표 5. 교량 이름 테이블  
Table 5. DB Table of bridge Name

Attribute	Value	Description
_id	1	아이디(키)
Place Name	경기도, 안산시	지 명
Bridge Name	서해대교	교량 이름

그림 3은 교량 정보 데이터베이스 시스템의 전체적인 구조도이다. 사용자는 교량 정보 시스템이 구현된 스마트폰을 통해 데이터베이스에 접속하여 위치 정보 테이블과 물리적, 사용/관리적 요소 테이블을 통하여 교량의 정보를 얻을 수 있고 관리자는 사용자에게 정확한 정보를 제공하기 위해 데이터베이스에 최신의 정보를 업데이트 한다.

## V. 구현 결과

본 연구는 안드로이드 4.0.4 ICS 플랫폼이 내장된 갤럭시 S3, Tab, Note 그리고 Java JDK 1.7.0\_05, Google API level 15 환경에서 구현하였으며, 데이터베이스는 SQLite Expert Personal 3.3.2.2132과 Firefox SQLite Manager로 설계 및 구현 하였다.

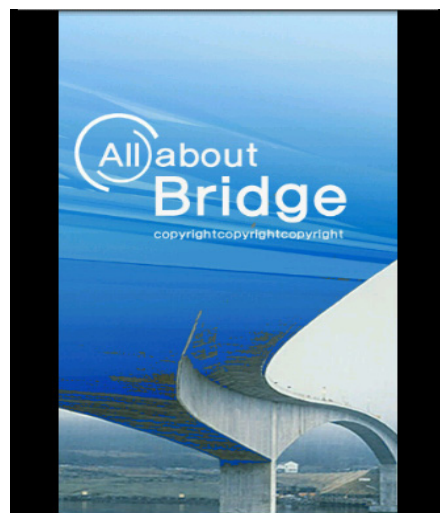


그림 4. 교량 정보 시스템 시작 화면  
Fig. 4. A start screenshot of our bridge information system

그림 4는 본 논문에서 구현한 교량 정보 시스템의 메인 화면이다. 교량정보 시스템에서는 사용자 위치를 통한 주변 교량검색과 원하는 지역위치로 교량을 검색, 그리고 교량의 상세 정보를 제공하는 기능을 제공한다.



그림 5. 사용자 위치 확인 구현 화면  
Fig. 5. User location based service

그림 5는 사용자가 위치한 주변 교량 검색을 선택 하였을 때의 화면이다. 본 논문에서 구현한 All about bridge 시스템은 그림 5와 같이 구글맵을 기반으로 하는 위치기반 시스템을 이용해 교량의 위도와 경도를 데이터 베이스에 저장함으로써 찾고자 하는 교량명으로 위치를 파악할 수 있게 하였다.

정보를 제공하는 교량은 2008년도 교량현황조사를 참조하여 관리주체별로 고속국도, 일반국도, 특별·광역시도 지방도 및 시·군·구도 등으로 분류되어 있고, 콘크리트 교량의 상부구조 형식에 따라 RC슬래브교, RC라멘교, RC T형교, PSC I형교, PSC 슬래브교 등으로 분류하였다. 본 논문에서 구현한 교량 정보 시스템은 어플리케이션 실행 초기 화면에 사용자의 현재 위치를 지도상에 표시한다. 이를 위해 All about bridge 어플리케이션은 위치기반서비스를 이용하여 현재 사용자가 있는 위치를 전송하고 표시한다. 그리고 이 위치정보를 이용하여 데이터베이스에 저장되어 있는 위도, 경도 정보를 이용해 사용자 근처의 교량을 표시한다.

사용자가 근처의 교량을 선택하거나 찾고자 하는 교량의 이름으로 검색했을 경우, 바로 교량의 위치가 표시되고 그림 6과 같이 그 교량의 정보를 확인할 수 있다.

위도와 경도가 저장되어 있는 데이터베이스를 통해 사용자 근처의 교량과 간단한 정보가 표시된다. 그리고 사용자의 위치 검색 또는 지명 검색을 통해 데이터베이스에 접속한 후 검색된 교량 정보이다.

교량 세부 정보				
교장	총폭	유효폭	경간수	최대지간장
500.0	12.0	8.0	10	50.0
준공년도	상부구조	하부구조	하중	교통량
1990	15_PSCB	11_GP	24.DB-24	4507
유지 보수 이력				
1996년 안전진단				
1997년 정밀점검				
1998년 정밀점검				
1999년 정밀점검				
2002년 정밀점검				
2004년 안전진단				
2006년 정밀점검				
· 포장 : 균열				
· 주형 : 균열				
· 신축이음 : 고무재 파손				
· 교대/교각 : 균열				
· 교차장치 : 부식				
2008년 정밀점검				
· 교면포장 : 포트홀 및 파손				
· 신축이음 : 유간내 토사 퇴적, 고무재 손상				
· BOX : 하부 슬래브 미세균열, 교차 상단 주변의 박리, 박스 내부 격벽 망상 균열, 개구부 주변 균열				
· 교량받침 : 일부 국부적인 표면 부식				
· 교대/교각 : 상단 일부 국부적인 미세균열				
2009년 정밀점검				
· 교면 : 체수(구배조정), 접속부 포장 균열 및 침하, 스틸그레이팅 파손				
· 신축이음 : 고무실재 파손				
· BOX 외부 : 0.3mm 이상 균열, 철근 노출, 재료분리, 백태, 콘크리트 파손 및 들뜸				
· BOX 내부 : 0.3mm 이상 균열, 망상균열, 철근 노출, 재료분리, 교량받침 : 균열				

그림 6. 교량 상세 정보 표시 화면  
Fig. 6. Detailed Information of Bridge

검색된 교량에 대해서 그림 6과 같이 하부구조 형식을 포함하여, 교장, 총폭, 유효폭, 경간수, 최대경간장, 교통량, 설계하중 및 준공년도에 대한 정보를 얻을 수 있다. 이와 함께, 해당 교량의 정밀점검 및 안전진단에 대한 유지보수 이력 및 상세, 보수·보강 이력 및 교량등급 등 유지관리 정보를 얻을 수 있다

또한 그림 7과 같이 지역별 교량 검색을 통해 데이터 베이스에 접속하여 각 도, 시(구)로 단계적인 정보 검색을 할 수 있다. 그리고 사용자 위치와 근처 교량의 위도와 경도를 비교하여 사용자 주변의 설정 반경 안에 있는 모든 교량을 검색한다. 사용자가 정보 검색을 원하는 교량을 선택 시 교량에 대한 제반사항이 담겨져 있는 테이블을 검색하여 사용자에게 정보를 제공하게 된다.

서울특별시	목포시	01085.평수교
인천광역시	여주시	01088.남평교
대구광역시	순천시	01164.동강교
광주광역시	나주시	03074.다시교
울산광역시	광양시	03075.한수교*
대전광역시	담양군	03076.삼도육교*
부산광역시	곡성군	03300.운곡교*
경기도	구례군	03301.운곡2교*

그림 7. 지역별 교량 검색 시 구현 화면  
Fig. 7. Regional bridge search service

## V. 결론

증강현실은 가상현실 기술의 확장판으로서 컴퓨터를 이용해 만든 정보들을 사용자가 실제로 바라보는 현실세계에 투영하여 볼 수 있도록 한다. 건설 분야에서 증강현실 기술은 설계, 시공 및 유지관리 단계에서 구조물을 다양한 정보와 실감나는 모습을 제공할 수 있다. 이에 본 논문에서는 스마트폰을 이용하여 교량의 정보를 제공하는 증강현실 기반 교량 정보 시스템을 제안하고 스마트폰 어플리케이션을 구현하였다. 본 논문에서 구현한 교량 정보 시스템은 증강현실의 위치기반 서비스와 영상인식 기술을 스마트폰에서 혼합하여 구현함으로써 사용자 주변의 교량을 식별하고 교량의 기본 현황 정보와 유지관리 이력 정보를 사용자에게 제공한다.

향후 연구과제로는 All about bridge 시스템에 유지관리 이력 정보를 이용하여 균열폭과 처짐과 같은 교량의 사용성능을 평가하고, 증강현실 기술을 이용하여 교량의 상태에 적합한 최적의 보수·보강공법을 제시하는 시스템을 구현하여 연동할 예정이다.

## Reference

- [1] KyungHoon Park et al., "Study on Development of Bridge Maintenance and Management System", Proceedings of Korea Institute of Structures Maintenance and Inspection Spring Conference, Vol. 13, No. 2, 2009.
- [2] ShinJung Park, Recent Industri Trends of Augmented Reality, Electronics Information Center, 2010.
- [3] Azuma, R. T. "A Survey of Augmented Reality", In Presence, Teleoperators and Virtual Environment, 1997.
- [4] Young-Ju Choi, Yong-Deuk Seo, Jun ParkSang-Goog Lee, A Study to develop the augmented reality navigation system that can be applied to automobile, Journal of Korean Institute of Information Technology, Vol. 6, No. 3, 2008.
- [5] Dong-Young Jung, The future changes that augmented reality will bring, SERI Management Notes, 2010.
- [6] Sang-Goog Lee, Recent Advances in Augmented Reality, SAIT(Samsung Advanced Institute of Technology) Technical Report, 2005.
- [7] Gang Lee, Key Technologies for Building Information Modeling, Proceeding of Korea Institute of Construction Engineering and Management Conference, 2006.
- [8] So-Young Park, Jin-Won Choi, A Study on Retrieving Building Information Based on an Integrated Building Database and Augmented Reality Techniques, Proceedings of Architectural Institute of Korea Autumn Conference, Vol. 24, No. 2, 2004.
- [9] Choon-Sik Lee, Datatbase Design and Construction, Hanbit Media, 2008.
- [10] Ministry of Lan, Transport and Maritime Affairs, "2008 Yearbook of Road Statistics", 2009.

\* 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업지원을 받아 수행된 것임( 2010-0022773).

저자 소개

이 화 민(정회원)



- 2000년 : 고려대학교 컴퓨터교육과 (이학사)
- 2002년 : 고려대학교 컴퓨터교육학과 (교육학석사)
- 2006년 : 고려대학교 컴퓨터교육학과 (이학박사)
- 2006년 ~ 2007년 : 특허청 방송통신 사무관

• 2007년 ~ 현재 : 순천향대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수

<주관심분야 : 클라우드컴퓨팅, 건설IT, 그리드컴퓨팅, 분산 컴퓨팅, 컴퓨터교육, 컴퓨터융합, 인터넷방송통신 융합 부분>

최 성 재(중신회원, 교신저자)



- 1981년 : 충남대학교 전자공학과 (공학사)
- 1985년 : 한양대학교 전자공학과 (공학석사)
- 2004년 : 명지대학교 전자공학과 (공학박사)
- 1988년 ~ 2006년 : 경원전문대학교

전자공학과 교수

• 2007년 ~ 현재 : 가천대학교 IT대학 전자공학과 교수

<주관심분야 : 반도체 소자 제조공정기술, RF 회로해석, 인터넷방송통신 융합부분, RF Mobile 통신, RFID/USN 응용분야>