

GPS와 증강현실을 이용한 제수변 관리시스템 구현

김화선¹ · 김창영² · 이임건^{3*}

Implementation of Sluice Valve management systems using GPS and AR

Hwa-Seon Kim¹ · Chang-Young Kim² · Imgeun Lee^{3*}

¹Research and Development Division, HapgangTech, Busan 47340, Korea

²Department of Game & Visual Engineering, Dong-eui University, Busan 47340, Korea

^{3*}Department of Game & Visual Engineering, Dong-eui University, Busan 47340, Korea

요 약

대형 누수와 같은 상수도 사고가 발생했을 경우 신속한 대응조치를 위해서는 현장 관리자가 문제가 발생한 관로의 제수변을 찾아 제어해야 한다. 그러나 현재 상수도 시스템으로는 해당 제수변을 찾는 것이 쉽지 않고, 찾았다하더라도 관련 정보를 바로 알 수 없어 신속하게 대응하지 못하는 문제를 가지고 있다. 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 GPS와 증강현실 기술을 사용하여 제수변 위치를 찾는 시스템을 구현하였다. 제안된 시스템은 자이로, 가속도계, 자기 센서를 포함한 안드로이드 장치의 센서를 활용하여 원격 데이터베이스 서버의 위치 데이터와 장치의 현재 GPS 위치가 일치하는 밸브를 찾는다. 또한 증강현실 기술을 사용하여 캡처한 실제 장면에서 그래픽 패턴과 추가 정보들을 오버레이하여 나타내었다. 본 연구의 시스템 구현으로 제수변의 체계적인 관리가 가능하므로 사고 발생 시 신속한 대응으로 문제를 해결할 수 있을 것으로 기대된다.

ABSTRACT

In case of massive water leakage, it's crucial for field manager to quickly positioning the problematic valve and related ones. However, it's not easy for the system to find the corresponding valve and even if it's found, it can not respond quickly because it can't know the relevant information immediately. In this paper, we implement the system for identifying sluice valve positions using GPS and AR techniques. The proposed system is composed of hand held android device, remote database server and data acquisition device for DB creation. We utilize the android device's sensors including GPS, gyro, accelerometer, magnetic sensor. The system identifies the valve with matching between the position data from the remote database server, and current GPS locations of device. We use AR techniques to overlay the graphics pattern of valve positions and some additional informations on captured real scene. With this system, it will be fast and accurate for maintenance of sluice valve of municipal water system.

키워드 : 고정밀 DGPS, 위치기반서비스, 증강현실, 제수변, 전자태그, iD 표시기

Key word : DGPS, GPS, AR(Augmented Reality), Sluice valve, RFID, iD marker

Received 12 October 2016, Revised 20 October 2016, Accepted 03 November 2016

* Corresponding Author Imgeun Lee(E-mail:iglee@deu.ac.kr, Tel:+82-51-890-2268)

Department of Game & Visual Engineering, Dong-eui University, Busan 47340, Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkice.2017.21.1.151>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

도시기반시설의 중요한 지하 매설물인 제수변의 누수 및 파손 등 각종 상수도 관련 사고의 발생은 수도물 공급의 중단으로 많은 사람들의 불편을 초래한다. 도시의 많은 지역에는 상수도 관로가 매설되어 있고, 관로 주요지점에는 누수나 파손 등 각종 상수도 관련 사고가 발생하거나 시설확충공사를 할 때 관을 일시적으로 폐쇄하거나 유량을 조절하기 위한 제수변이 설치되어 있다. 이런 제수변을 보호하기 위해 도로면에 제수변 철패가 설치돼 있으나 철패 상당수가 설치된 지 오래되어 파손 및 침하되고 도로포장 덧씌우기 등으로 매몰된 곳이 있어 실질적으로 사고가 발생했을 시 해당 제수변을 찾는 것이 쉽지 않은 실정이다. 또한 해당 제수변에 대한 정보를 바로 알지 못해 신속한 대처가 이루어지지 않아 수도물 공급 중단은 기본이며, 사고 발생 지역이 도로일 경우 교통사고 및 교통체증을 유발하는 경우도 발생하고 있다. 이런 문제점을 해결하기 위하여 일부 도시에서는 제수변의 체계적인 관리를 위해 iD Marker와 RFID를 도입하여 시스템을 시범 구축하였으나 고비용, 신호간섭, 폭우·폭설 등과 같은 기술적·환경적 제한으로 인해 만족스러운 관리가 어려운 상황이다. 또한 초기 대응에 필수조건인 제수변의 위치 확보가 쉽지 않아 사고 발생 시 신속한 대응 또한 이루어지지 못하고 있다.

이에 본 연구에서는 관리의 저비용과 GPS 오차를 제외한 환경적 요인을 제거하여, 신속한 대응에 필요한 제수변 위치를 확보할 수 있는 시스템을 설계하고 구현하였다. 우선 제수변 위치를 확보하기 위해 고정밀 DGPS를 통해 제수변의 위치정보를 획득하여 데이터베이스화하고[1-2], 제수변 검색 알고리즘을 적용하여 제수변을 찾아 사고에 신속하게 대응할 수 있도록 한다. 제수변 검색 알고리즘이 적용된 시스템은 스마트폰을 통해 증강현실로 구현하였다.

II. 시스템 구성

본 연구의 시스템은 제수변 위치 정보를 획득하기 위한 시스템과 제수변 위치를 현장에서 신속하게 검색하기 위한 시스템으로 구성된다. 시스템이 동작하기

위해서는 GPS, Gyro sensor, accelerometer sensor, magnetic sensor가 기본으로 장착되어 있어야 하며, 특히 제수변 검색 시스템의 경우 증강현실을 제대로 구현해야 하므로 CUP 64bit 옥타코어 이상의 프로세서가 탑재된 기기를 사용한다. 두 시스템 모두 안드로이드 앱으로 구현되며, 시스템의 최적화를 위해 Galaxy Tab S2와 Galaxy Note 5에 시스템을 구현한다.

2.1. 제수변 위치정보 획득 시스템

제수변 관리 시스템을 구현하기 위해서는 우선 제수변의 위치 정보를 획득해야 한다. 위치정보를 획득하기 위해 본 연구에서는 L1(주파수대역: 1.5GHz), VRS(Virtual Reference Station), RTK(Real-Time Kinematic) 처리가 가능한 GPS를 지원하고 SBAS(Satellite Based Augmentation System), RTCM(Radio Technical Commission for Maritime Services) 보정신호 수신이 가능한 DGPS Receiver를 사용한다[2-5].

표 1은 DGPS Receiver의 사양을 나타낸다.

Table. 1 DGPS Receiver specification

GPS	L1, VRS, RTK Single Point L1, 1.5M RMS
SBAS	0.7M RMS
DGPS	0.5M

위치정보 획득 시스템은 DGPS Receiver와 블루투스로 연결되어 데이터를 취득하기 위해 Galaxy Tab S2에 안드로이드 앱으로 구현한다.

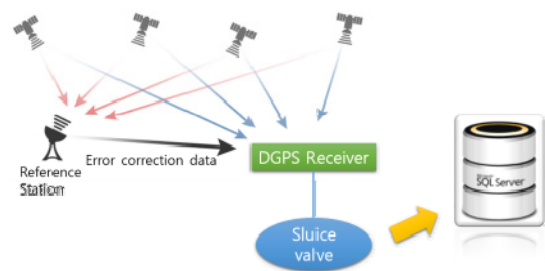


Fig. 1 Sluice valve position info. acquiring system

그림 1은 제수변 위치정보 획득 시스템의 구성도를 나타낸 것으로, 획득한 데이터는 데이터베이스화하여 서버에 구축한다.

2.2. 시스템을 위한 데이터베이스

본 시스템을 위한 DB에는 그림 2와 같이 총 3개의 테이블이 생성된다. 시스템의 보안을 위해 권한을 부여하는 account 테이블, 위치정보 획득 시스템을 통해 취득한 데이터로 구성된 wcontrol 테이블, 그룹화된 제수변의 대표 정보가 저장된 site 테이블로 구성된다.

account 테이블은 ID, PASSWORD, PhoneID로 구성되며, wcontrol 테이블은 wc_id, parent_id, locX, locY 등, site 테이블은 site_id, locCentX, locCentY, dist 등으로 구성된다. wcontrol 테이블의 parent_id가 primary key이고 site 테이블의 site_id는 foreign key이다.

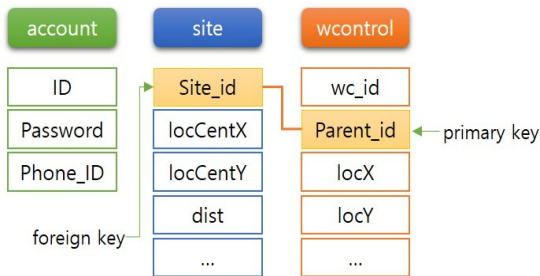


Fig. 2 Database Structure

2.3. 제수변 위치 검색 시스템

사고 발생시점을 알고 현장에 출동하였다하더라도 정확한 사고 제수변을 찾기란 쉽지 않다. 이런 상황에서 제수변 위치 검색 시스템은 그림 3에서 보여지는 바와 같이 현장 관리자가 스마트폰의 GPS 기능을 사용하여 자신이 위치한 곳에서 가장 가까이 위치한 제수변을 DB로부터 내려 받아 검색할 수 있게 한다. 검색된 결과를 통해 사고 제수변을 찾을 수 있고, 해당 정보를



Fig. 3 Sluice valve location matching process

확인하여 사고에 빠르게 대응하여 조치를 취할 수 있도록 유도한다.

위치 검색 시스템은 실시간으로 GPS 정보를 갱신하여 입력받아야 하고 증강현실을 구현해야하므로 CPU 성능이 뛰어난 Galaxy Note 5에 안드로이드 앱으로 구현한다.

III. 알고리즘 설계

3.1. 제수변 위치정보 획득 알고리즘

DPGS Receiver를 통해 취득되는 GPS 데이터는 경위도좌표로 수신되지만 본 시스템에서는 상수도본부에서 사용되고 있는 위치정보와의 호환을 위해 TM (Transverse Mercator: 횡단메르카토르좌표계) 좌표로 변환하여 사용한다. 경위도좌표를 TM좌표로 변환하기 위한 알고리즘에는 국토지리정보원에서 제공한 좌표계 변환지침을 적용하여 구현한다[6]. 변환 알고리즘은 위치 검색 알고리즘에도 적용된다.

위치정보를 취득할 때는 위성의 상태, 날씨, 측정시간대, 주변 환경 등의 요인에 따라 오차범위가 달라진다. 오차를 줄이기 위해 각각의 제수변에 대한 위치값을 실시간으로 입력받아 평균값을 산출하여 위치값을

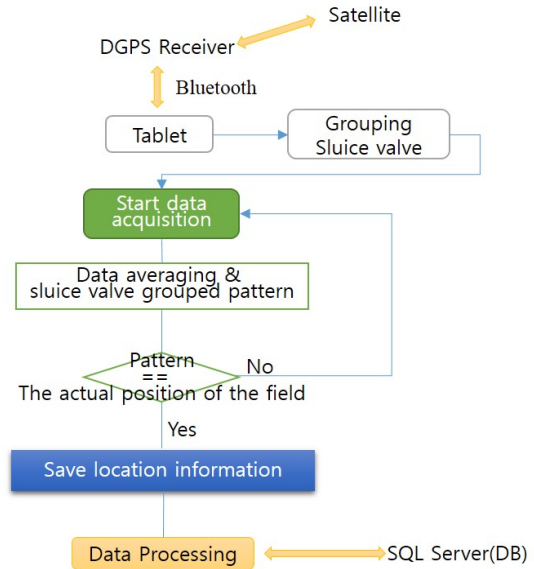


Fig. 4 Flowchart of acquiring location information of sluice valve

취득한다. 또한 그룹으로 취득할 경우 패턴 알고리즘을 적용하여 시스템 화면에 패턴으로 표현하여 데이터의 정확도를 높인다.

그림 4는 제수변 위치정보 획득 시스템의 흐름도를 나타낸 것으로, DGPS Receiver와 태플릿 PC가 블루투스를 통해 통신이 연결되면 데이터 취득을 위해 제수변을 그룹화한다. 그룹화 된 후에 데이터 취득을 시작한다. GPS가 안정화될 때까지 실시간으로 정보를 입력받아 평균값으로 위치정보를 저장하고 저장된 데이터의 정확도를 높이기 위해 그룹화 된 제수변의 현장 패턴이 취득된 데이터의 패턴과 일치하는지를 확인한다. 만약 현장 패턴과 일치할 경우 위치정보를 저장하고, 일치하지 않을 경우 데이터를 재취득한다.

3.2. 제수변 위치 검색 알고리즘

제수변을 효율적으로 검색하기 위해 특정 영역안에 위치하고 있는 여러개의 제수변을 하나의 영역으로 그룹화한다. 그룹화된 제수변이 검색될 때에는 제수변 각각의 위치정보값들의 평균이 그룹의 검색 위치값이 되며, 그 값은 DB의 site 테이블 site.locCentX와 site.locCentY 필드에 저장되어 있다. DB에 저장된 위치값과 현장 GPS의 위치값이 일치하게 되면 검색 화면에 해당 제수변이 표시된다.

$$LocX_{center} = \sum_{i=1}^N \frac{locX_i}{N}, LocY_{center} = \sum_{i=1}^N \frac{locY_i}{N} \quad (1)$$

(N: Number of sluice valve)

수식 1은 wcontrol 테이블에서 동일한 parent_id를 가진 레코드들의 locX와 locY의 정보를 가지고 site 테이블의 locCentX와 locCentY의 정보를 취득하는 방법을 나타낸다.

그림 5는 제수변 위치 검색 시스템의 흐름도를 나타내는 것으로, 사용자의 폰 GPS값이 서버에 저장된 DB 값과 일치할 경우 사용자의 현재 위치에서 가장 가까이에 위치하고 있는 3개의 그룹화된 제수변의 목록을 화면에 나타내게 된다. 화면에 나타낼 때에는 가장 근접한 제수변 그룹이 항상 우선순위를 유지하기 때문에 사용자의 위치가 변경될 경우 화면의 목록도 정렬이 일어나서 다시 목록을 구성하게 된다. 구성된 리스트를 선택하면 해당 제수변이 증강현실 화면에 표시된다.

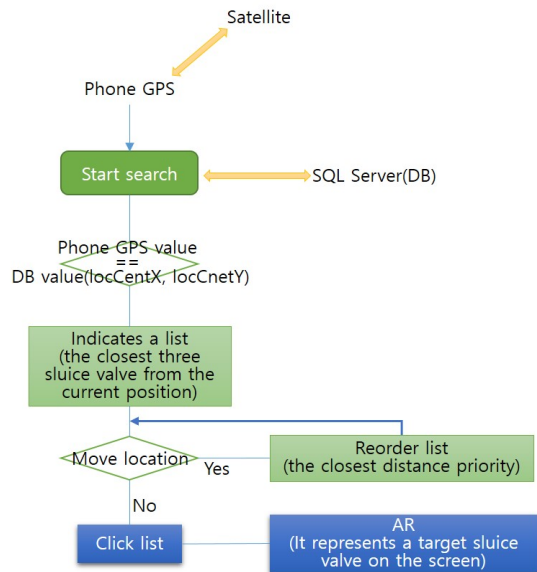


Fig. 5 Flowchart of location search system

제수변을 증강현실에 나타내기 위해 사용자의 위치 정보를 제공하는 GPS, 휴대폰이 가리키는 방향을 나타내는 나침반, 카메라, 자이로스코프(gyroscope)를 사용한다. 이 정보들을 가지고 스마트폰의 카메라에 나타내는 실사 정보를 파악하는 방식으로는 Geolocation-based 방식을 사용한다.

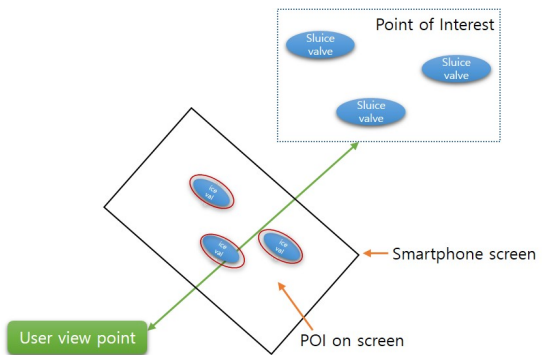


Fig. 6 Implementing AR using geolocation-based technology

Geolocation-based 방식은 GPS, 자이로스코프, 나침반을 이용하여 현재의 위치와 화면에 어떤 실사 정보가 나타나고 있는지를 파악하는 방식이다[7]. 본 연구에서는 이 방식을 사용하여 그림 6과 같이 현장 제수변(POI:

Pont of Interest)이 카메라에 화면에 나타나면 서버에서 내려받은 정보에 해당하는 위치에 원형의 이미지를 표시하도록 한다. 표시된 이미지화면을 클릭하면 해당 제수변의 정보가 나타나게 된다.

IV. 시스템 구현

본 연구에서는 제수변 위치 정보를 획득하기 위한 시스템과 제수변 위치를 현장에서 신속하게 검색하기 위한 시스템을 구현하였다.

그림 7은 제수변 위치 정보를 획득하기 위한 시스템으로, 그룹화시킨 현장 제수변의 패턴과 취득된 데이터를 계산하여 나타난 디버그 패턴을 보여주고 있다. 이 두 화면의 패턴이 일치하면 위치정보를 저장한다.

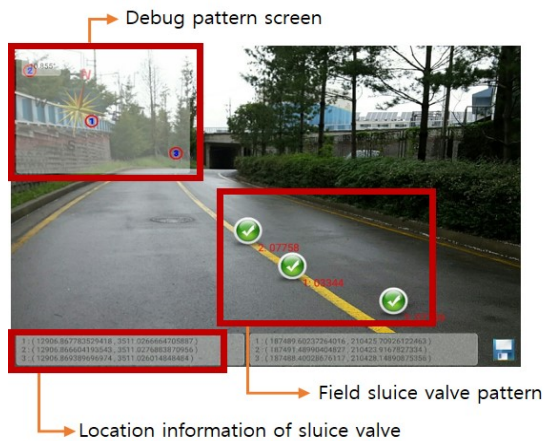


Fig. 7 Example screen of valve information acquisition system

그림 8은 제수변 위치 검색 시스템 화면으로, 사용자의 현재 위치에서 가장 가까운 제수변 3개의 그룹을 나타내고 있다. 왼쪽화면부터 제수변 거리, 그룹화된 제수변 개수, 위치하고 있는 방향을 나타내는 내비게이션이 표시된다. 사용자가 위치를 이동하게 되면 거리가 변경되고, 거리에 따라 목록 또한 거리가 가장 가까운 그룹으로 재정렬되어 재배치된다. 내비게이션은 실시간으로 방향을 제시하며, 목록을 클릭하면 서버로부터 해당 제수변의 정보가 송신되어 그림 9와 같이 증강현실 화면에 나타난다. 나타난 화면을 클릭하면 해당 제

수변에 대한 자세한 정보를 알 수 있다.

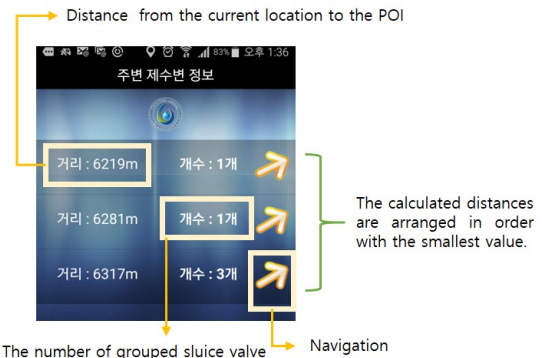


Fig. 8 Implemented screen of Sluice valve location search system

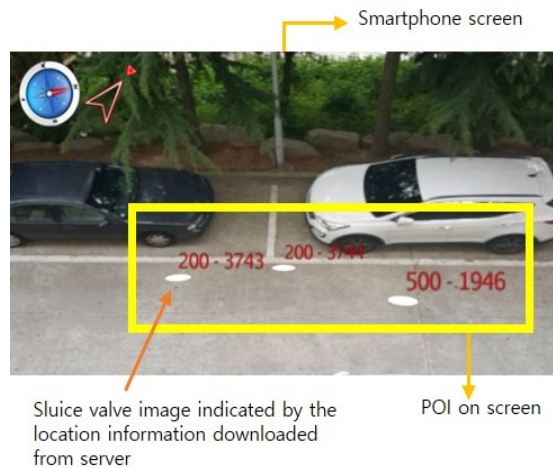


Fig. 9 AR - Overlaid on a real scene of sluice valves

V. 결론

본 시스템의 구성으로 인해 제수변 위치를 정확히 모르는 경우에도 스마트폰으로 제수변을 찾을 수 있어 사고에 효율적으로 대응할 수 있게 되었다. 즉 각종 상수도사고 발생 시 효율적인 대처로 시설물 유지관리에 역할을 기할 수 있게 되어, 단수로 인한 생활 불편과 물이 도로로 넘쳐 차량과 보행자의 통행 불편을 최소화하여 대민서비스를 개선하고 신속하게 대응할 수 있는 시스템을 구축하였다.

본 시스템은 기존의 시스템에 비해 관리 비용이 저렴하고 안전한 작업이 가능하다. 또한 현재 제수변 관리는 숙련된 기술자에 크게 의존하고 있는 실정으로 이 기술자들이 부서이동이나 퇴직을 하게 될 경우 정보가 연계되지 않는 문제점을 가지고 있었다. 구현된 시스템은 사용하기 쉽게 구성되어 있으며, 현장에서 정보를 바로 확인할 수 있기 때문에 숙련되지 못한 기술자들도 쉽게 사용할 수 있고, 정보의 부재가 발생되지 않는 장점을 가지고 있다. 그러나 스마트폰의 GPS와 자이로스코프의 오차로 인해 거리와 방향을 계산하는데 있어 정확성이 오차범위만큼 떨어진다는 단점을 가지고 있다. 이 문제점은 이미 개발된 도로교통용 초정밀 GPS 기술을 적용한 스마트폰이 출시된다면 해결될 것으로 기대된다. 또한 현재의 시스템에서는 증강현실 구현 기술에 Geolocation-based 방식이 적용되었지만 차후에는 이미지 인식 기술을 이용하여 화면에 나타나는 제수변 실사를 인식하는 방식인 Vision-based 방식을 적용하여 구현하는 것을 목표로 하고 있다.

REFERENCES

- [1] H.S. Kim, C.Y. Kim, I. Lee, "Identifying Sluice Valve by utilizing the GPS", in *2016 International Conference on Future Information and Communication Engineering*, pp. 320-321, June, 2016.
- [2] Y.W. Kim, "Analysis and signal stability measurement for DGPS radio wave propagation", *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 20, no.2, pp.231-236, Feb. 2016.
- [3] G. Y. Kim, *Satellite Telecommunications System Engineering*, Seoul, JinhanM&B, 2012.
- [4] What is the accuracy of DGPS? [Internet]. Available: <http://what-isthe.blogspot.kr/2010/04/what-is-accuracy-of-dgps.html>.
- [5] M. H. Refan, A. Dameshghi and M. K. Arzarrin, "Implementation of DGPS Reference and User Stations Based on RPCE Factors", *Wireless Personal Communication*, vol. 90, no.4, pp. 1597-1617, June, 2016.
- [6] National Geographic Information Institute, [Internet]. Available: <http://www.ngii.go.kr/kor/board/view.do?rbsIdx=31&key=%EB%B3%80%ED%99%98&keyField=search1&idx=251>.
- [7] Augmented Reality of Smart Phone. [Internet]. Available: <http://d2.naver.com/helloworld/1346>.



김화선(Hwa-Seon Kim)

2003년 동의대학교 전산교육전공 교육학석사
2014년 동의대학교 컴퓨터공학과 공학박사
현재 합강테크 연구소장
※관심분야 : IT 융합기술, 유무선 통신시스템



김창영(Chang-Young Kim)

1999년 한국기술교육대학교 전기공학과 공학사
2002년 동의대학교 정보통신공학과 공학석사
2011년 동의대학교 컴퓨터공학과 공학박사
현재 동의대학교 게임영상공학과 조교수
※관심분야 : 통신 네트워크, 임베디드 시스템



이임건(Imgeun Lee)

1991년 연세대학교 전자공학과 공학사
1993년 연세대학교 전자공학과 공학석사
1998년 연세대학교 전자공학과 공학박사
현재 동의대학교 게임영상공학과 교수
※관심분야 : 영상복원, 영상 신호처리, 컴퓨터비전