

http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2015.15.3.143

JIIBC 2015-3-21

# DSRC와 레이더 검지기를 활용한 교통량 측정 시스템 개발

## Development of Traffic Volume Measuring System Utilizing DSRC and Radar Detector

박현화\*, 이성훈\*\*, 배홍민\*\*\*, 김병서\*\*\*\*

Hyun-Hwa Park\*, Sung-Hoon Lee\*\*, Hong-Min Bae\*\*\*, Byung-Seo Kim\*\*\*\*

**요약** 현재의 도시의 설계 및 계획을 수행 하는데 있어 교통정보의 수집은 날로 그 중요성이 증대되고 있으나 현재의 도로변 매설 기반의 교통정보 수집방식으로는 국도나 신도시 예정 지구와 같은 예외의 상황에는 대처할 조사방법이 부족한 방법이며 이를 대처하기 위하여 주변지역의 데이터를 통해서 추정하는 방식을 사용하고 있다. 본 연구에서는 좀 더 나은 교통정보의 수집과 다양한 환경에서 조사가 가능할 수 있도록 DSRC와 레이더 검지기를 병합한 이동형 교통정보 수집기를 개발한다. 아울러 기존의 현장에서 단순한 데이터의 수집만을 수행하는 차원이 아닌 현장에서 수집된 데이터를 기반으로 분석이 가능한 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 실제의 현장에서 테스트 되었으며 그 우수성을 검증하였다.

**Abstract** In order to design and plan a city, the importance of collecting traffic information increases. However, current method to collecting traffic information by using sensors layed on the roads is not appropriate for exceptional cases such as national highway or newly planned city area, where sensors are already not layed. To scope the cases, the traffic information is estimated from traffic information of surroundings area. This paper develops portable traffic volume measuring equipment utilizing two or radar detector, so that more useful traffic information can be obtained in any environments. Furthermore, the system allows users to be able to instantly analyze gathered data on the site. The system has been tested in the field and proved the excellences through the field test.

**Key Words** : DSRC, Radar, Traffic Survey.

### 1. 서 론

현재 개발되고 있는 많은 도시들은 유비쿼터스 또는 스마트 도시를 표방하며 다양한 IT 기술들을 활용하고

있으며 거주자의 생활의 편리성과 안전성을 위하여 도시 설계 계획부터 여러 방면으로 다양한 방식을 통해 필요한 정보들을 확보하고 있다. 이러한 스마트 도시 설계를 위한 대표적인 수집 정보들 중의 하나로 교통정보를 들

\*준회원, 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

\*\*준회원, 산엔지니어링 기술연구소

\*\*\*준회원, 홍익대학교 전자전산공학과

\*\*\*\*중신회원, 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과(교신저자)  
접수일자 2015년 4월 9일, 수정완료 2015년 5월 10일  
게재확정일자 2015년 6월 12일

Received: 9 April, 2015 / Revised: 10 May, 2015 /

Accepted: 12 June, 2015

\*\*\*\*Corresponding Author: jsnbs@hongik.ac.kr

Dept. of Computer Infomation Communication Eng., Hongik University, Korea

수가 있다. 정확한 신도시 개발 지역 및 주변의 교통정보들은 효율적인 도시 내외의 교통망 및 지능형 교통 체계(ITS: Intelligent Transport System) 설계를 위하여 필수적인 요소라 할 수 있다.

기존의 교통정보수집 시스템<sup>[1]</sup>은 도로변에 매설된 영상검지기나 루프검지기를 이용하여 속도와 교통량 등을 수집하여 오고 있으나, 다수의 국도 또는 신도시 예정 지구에서는 검지기가 설치되어 있지 않은 상황이며, 이러한 상황에서 교통 정보 수집을 위하여 검지기가 설치되어 있는 주변 도로의 데이터를 이용해서 추정하는 방식을 사용하고 있으며, 이러한 방식들은 정확한 교통자료를 수집하여 분석하는 데에 어려움을 주고 있다. 또한 기존의 교통정보수집 방식을 사용하기 위해서는 설치 및 유지보수에 많은 인력과 고가의 비용이 필요하다. 이로 인해 교통조사 및 분석, 교통사업의 투자 및 평가를 위한 사업타당성조사, 교통영향 평가 등을 수행할 필요가 있는 지자체, 공공기관, 교통엔지니어링 기업의 경우에는 조사에 드는 예산 확보와 실행에 어려움이 많은 실정이다. 또한 기존의 방식은 차종과 관련된 정보를 얻을 수 없다는 단점이 지적되어 왔다.<sup>[2]</sup> 그리고 기존 시스템에서는 수집구간의 거리에 따라 평균 1인당 60km의 구간을 관리하는 조사원을 배치하여 지점을 통과하는 교통량(조사량)을 관측하는 방법을 이용하며 현장의 시설물에 대한 관리는 위탁운영을 하고 있다. 또한 교통전문가가 부족하기 때문에 효율적인 수집과 지속적인 정보 분석 및 관리가 어려운 상황이다.

이러한 기존의 교통량 검지 방식을 보완하기 위해서 본 논문에서는 이동성 및 휴대성이 확보되고, 하나 이상의 검지 장치를 활용한 더 정확한 정보 수집 기능과 현장에서의 수집 데이터 분석이 가능한 교통정보 수집 시스템을 개발하고자 한다.

본 시스템의 특징들은 첫째, 레이더 검지기와 DSRC(Dedicated Short Range Communications)를 함께 이용하여 교통정보를 수집할 수 있도록 함으로써 수집 정보의 정확성과 신뢰성을 높이고 데이터의 분석을 간략화할 수 있다. 두 번째로는 비매설형으로 이동식 지주과 전원 유닛을 제작한다. 이동식으로 개발함으로써 매설에 드는 많은 비용을 절약하고, 조사기관에서 기존의 방식이 설치되어 있지 않은 지역뿐만 아니라 원하는 구간에 대한 데이터를 정확하게 수집할 수 있다. 마지막으로 기존의 데이터에서 추가적인 인력과 비용을 투자해서 원하

는 데이터를 계산하는 것이 아니라 각각의 원시 데이터(raw data)를 활용하여 조사원의 설정에 맞게 분석된 데이터를 생성하는 분석프로그램을 개발한다. 해당 프로그램을 사용함으로써 현장에서 조사 당사자가 실시간으로 수집 정보를 확인하고 원하는 분석 데이터의 확보가 가능하도록 하였다.

본 논문은 2장에서 DSRC 무선통신 기술과 레이더 검지기의 기술에 대해 소개하고, 3장에서는 본 연구의 제안 시스템에 대해서 설명하고 4장에서는 시현 및 시스템 검증에 대해서 설명한다. 마지막으로 5장에서 결론으로 본 논문을 맺는다.

## II. 관련 기술 현황

### 1. DSRC 무선통신 기술

DSRC는 1999년에 미국의 연방 통신 위원회에서 지능형 교통 체계를 이용한 단거리 전용 통신 기술로 5.9GHz 대역에서 75MHz를 할당해 사용하고 있는 기술로써<sup>[3][4]</sup> 도로변에 설치된 노변기지국(RSE : Road Side Equipment)과 도로상에서 주행중인 차량에 설치된 차량 탑재단말(OBE : OnBoard Equipment)이 근거리 무선통신을 통해 각종 정보를 주고 받는 형태로 운영되고 있다. 현재 국내에서는 주로 도로의 통행요금 자동징수시스템에 적용되어 운용되고 있으며,<sup>[5]</sup> 앞으로 지능형 교통 체계를 구성하는 다양한 서비스를 제공하기 위한 기반 기술로서 주목을 받고 있다.

DSRC의 자료 수집 방식은 수동방식과 능동방식이 있다. 수동방식은 차량탑재 단말기에 주파수 발진기를 내장하지 않고, 노변기지국에서 연속적으로 수신된 반송파를 송신함으로써 단말기가 수신된 연속파를 내부 주파수 발진기 신호로 사용하는 방식으로 일명 재발신 방식이라고도 한다. 저렴하지만 노변기지국간의 거리가 확보되어야 하는 단점이 있다. 능동방식은 차량탑재장치가 주파수 발진기를 내장하고 있어서 독립적으로 반송파를 송신할 수 있어서 통신을 함에 있어서 통신 영역이 수백 m에 이르는 통신 방식이다. 다중 접속이 지원되고 주파수 재사용 특성이 우수하고 통신영역이 더 넓다는 장점이 있다.<sup>[7]</sup>

DSRC를 통하여 수집 가능한 정보로는 차량ID, RSE ID, 제조사, 개별 ID, 차종, OBE 타입 등이 있다.

## 2. 레이더 검지기<sup>[8][9]</sup>

영상 검지기와 마찬가지로 초단파 검지기 중 하나로 차량을 검지하기 위해서 검지영역에 지속적으로 전파를 쏘고 이 영역을 통과하는 차량에 의해서 제반된 전파를 받아서 전파의 왕복시간을 이용해서 물체의 위치를 인식하는 검지 방식으로, 레이더 신호를 검지하여 편도 2~4차로를 검지할 수 있고 최대 8차로까지 검지할 수 있다.<sup>[9]</sup> 특히 유럽 지역에서 많이 사용되고 있으며, 차량 스캐닝 기술과 신호처리 기술을 이용하여 교통량, 속도, 점유율, 대기행렬 길이 등을 산출 할 수 있다.

교통량을 측정하기 위해서는 초기 레이더 검지기를 통해서 수집된 레이더 신호 파형의 수를 카운트하는 방식인데, 즉 레이더 검지기로부터 획득한 검지 데이터 신호의 파형 수와 평가 시간 내의 레이더 신호 원시 데이터를 처리한 결과를 비교하여 교통량을 산출한다. 속도를 측정하기 위해서는 검지 영역 내에 차량이 들어온 시점과 검지 영역에서 차량이 빠져나간 시점 사이에 일정 크기 이상의 레이더 신호가 검지되는 동안에 도플러 주파수를 획득하여 속도를 산출한다. 점유율을 측정하기 위해서는 차량이 검지 영역에 들어온 시점과 빠져나간 시점의 시간차를 이용한다. 즉 '점유 시간 = 검지영역 내에서 차량이 빠져나간 시간 - 검지영역에 차량이 들어온 시간'으로 산출한다.

레이더 검지기를 통한 수집 정보들은 차선, 속도, 차량 길이, 점유율 등을 얻을 수 있다,

## III. 제안 시스템

본 연구에서는 기존의 레이더 검지기만으로 교통 정보를 수집하던 방식에서 벗어나 레이더와 DSRC, 2개의 검지기기술을 활용하여 서로에게 부족한 교통정보를 확보할 수 있고 이동성이 편리한 조사관측 장비를 개발하고자 한다. 또한 기존의 교통량 측정에서 수집된 데이터의 분석 결과를 현장이 아닌 중앙 통제소에서 받아 보던 불편함을 해결하기 위하여 검측 현장에서 실시간으로 정보를 확인 분석 할 수 있는 소프트웨어 개발을 하는 것을 목표로 하였다. 이와 같이 개발한 시스템은 예외의 상황에 대비하기 위한 이동식 지주와 전원 유닛, 그리고 조사원 측에서 원하는 분석된 데이터를 현장에서 획득할 수 있는 응용프로그램으로 구성된다.

## 1. 시스템 하드웨어

본 제안 시스템의 하드웨어는 크게 두 개의 검지기, 이동식 지주, 전원 유닛으로 구성되어 있다.

그림 1에서 개발된 효율적이고 이동에 편리한 교통조사를 위한 이동식 지주에 대한 구성도를 보이고 있다. 검지 시 장애물의 간섭을 받지 않는 높이 5m를 확보하도록 구성하였는데 편리한 길이의 조정이 가능토록 함으로써 이동성을 확보하였다, 지주의 최 상부에는 DSRC와 레이더 검지기가 설치되며 DSRC는 각 3개의 센서부가 각도 조절이 가능하고, 레이더 검지기는 고정면 뒤쪽으로 상하좌우 각도 조절이 가능하도록 설계하였다. 그림 2에서는 본 시스템에서 구성한 DSRC와 레이더 검지기를 보이고 있다.



그림 1. 이동식 검지대 구조  
 Fig. 1. Structure of Portable Detector

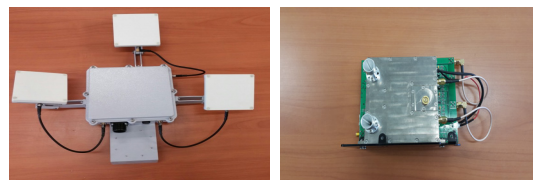


그림 2. 개발 시스템에 사용된 DSRC(좌)와 레이더 검지기(우)  
 Fig. 2. DSRC (Left) and Rader Detector (right) used in the proposed system

그림 3는 각 검지기에 대한 전원 공급과 이동성의 기능을 최대화하기 위한 이동형 Power Unit의 구성도이다. 기존의 이동성 레이더 검지기의 경우 지속적인 전원 공급이 어려웠고 이를 위하여 자동차의 앞 본넷을 열고 차량용 배터리를 사용하여 왔다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 가방과 같은 형태로 구성하여 이동성의 기능을 추가하였고, 박스의 측면에 컨트롤 패널을 구성하여 전원 공급의 역할을 추가하였다. 컨트롤 패널에는 검지기에 대한 각각의 연결잭, 전원 스위치, 노트북의 동작을 위한 220V 연결잭으로 구성되어 있다.

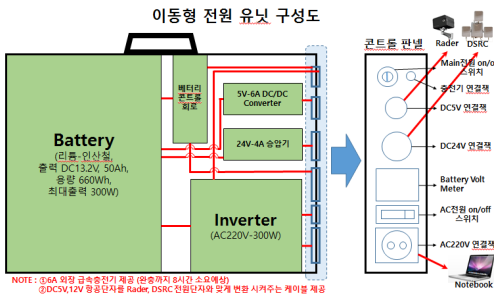


그림 3. 파워 유닛의 구성도  
Fig. 3. Diagram of developed power unit

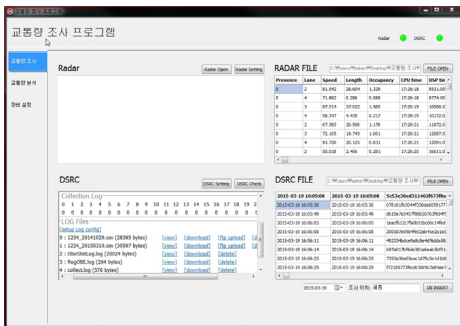


그림 4. 교통량 조사 탭  
Fig. 4. Traffic Survey Tab

## 2. 응용 프로그램

본 응용프로그램은 3개의 탭들로 구성된다. 3개의 탭은 교통량 조사, 교통량 분석, 장비 설정 부분으로 구성되어 있다.

그림 4는 교통량 조사 탭으로 크게 두 개의 파트로 구성되어 있다. 왼쪽 파트는 레이더검지기와 DSRC 장비의 개별 프로그램에 접근할 수 있고, 각 장비의 수집 상태를 확인할 수 있다. 오른쪽 파트는 레이더 검지기와 DSRC

를 통해서 조사된 엑셀 데이터 파일을 데이터베이스에 입력할 수 있는 부분이다. 상단에는 레이더 검지기와 DSRC의 작동상태를 확인할 수 있도록 하였다. 교통량 분석 탭은 4개의 탭으로 구성되어 있으며, 4개의 탭은 점유율(Occupancy), 속도(Speed), 교통량(Volume)과 총 데이터 목록이다.

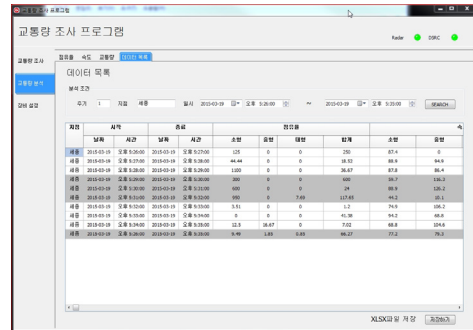


그림 5. 데이터 목록 탭  
Fig. 5. Data list tab

그림 5는 데이터 목록 탭을 보여주고 있는데, 분석 조건 부분에 주기, 지점, 일시를 입력하고 SEARCH 버튼을 클릭하면 데이터베이스에 입력되어 있는 데이터에서 조건에 맞는 값들을 정리해서 표로 나타내 주는 형식이다. 점유율은 소수점 2자리, 속도와 교통량은 소수점 1자리로 표시된다. 이 탭에서는 점유율, 속도, 교통량을 소형, 중형, 대형으로 나타낸 것 이외에도 지점, 시작시간, 종료시간, 하이패스 장착차량 등 추가적인 정보가 나타나게 된다. 또한 가독성을 위해서 3줄씩 음영을 주어서 사용자 입장에서 좀 더 편리하게 데이터를 확인 할 수 있도록 하였다.

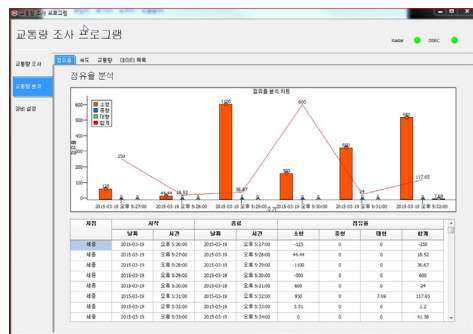


그림 6. 도로 점유율 탭  
Fig. 6. Road share tab

그림 5에서 분석해서 표로 나타냈을 때 점유율, 속도, 교통량 탭을 클릭해보면 각 항목에 대한 그래프와 표가 자세하게 표시된다. 각 값들은 소형, 중형, 대형으로 분류되어 분석된다. 점유율과 속도, 교통량은 그림 6에서와 같이 자세한 분석 데이터를 확인 할 수 있으며, 이 모든 값들을 엑셀 파일로 저장할 수 있게 하였다. 점유율이란 수집주기 동안 검지영역을 통과한 차량이 검지 영역을 점유한 시간 비율을 나타내는 수치로써, 도로의 지체상황을 알아볼 수 있는 자료이다. 속도는 모든 검침 차량들에 대한 평균 속도로 나타냈으며, 교통량은 검침된 차량의 수를 나타낸다.

마지막으로 장비설정 탭에서는 DSRC Setting 버튼을 통하여 DSRC 장비의 설정을 관리 할 수 있는 Web 페이지로 바로 연결되는 부분으로, DSRC 기기 자체에 대한 모든 설정은 이 탭을 통하여 수행하며, 수집 시작 설정과 시간 설정과 수집된 단일 데이터도 저장이 가능하다.

스트는 홍익대학교 세종캠퍼스 앞 1번 국도에서 실시하였으며, 약 10분 동안 교통정보를 수집하였다. 이동식 Pole을 이용해서 최소 5m의 높이를 확보하였고, 도로변에서 1.5m정도 떨어진 거리에서 실시하였다. 이로써 두 장비의 정확도를 높이기 위한 최소 높이를 보장하였고, 장비의 이동성을 보장할 수 있음을 확인 하였다. 그림 8은 개발된 응용 프로그램이 10분간 수집된 원시 데이터를 분석하여 엑셀 파일로 저장된 데이터이다. 분석 데이터의 조건은 교통조사원의 목적에 맞춰서 주기는 1분, 지점은 세종, 기간은 2015-03-19 17:26:00부터 2015-03-19 17:35:00으로 설정하여 분석하였다. 분석된 결과로는 차종에 따른 속도, 점유율, 교통량과 하이패스 장착차량의 총 수를 도출하였다. 본 현장 테스트를 통하여 본 시스템의 추구한 두 개의 검지기를 통한 더 나은 데이터의 수집, 이동성 확보 및 현장 분석 데이터 획득 등이 정상적으로 수행됨을 확인할 수 있었다.

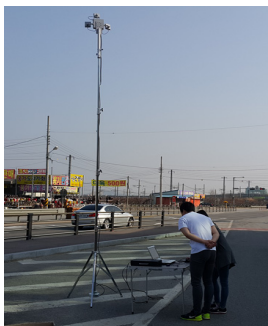


그림 7. 개발 시스템의 현장 테스트 모습  
 Fig. 7. Test of the developed system on a road

## V. 결론

본 논문에서는 기존의 교통정보 수집 장치가 가진 문제점을 개선한 교통정보 수집 시스템을 개발 하였다. 본 시스템은 정확한 정보 획득을 위해 DSRC와 레이더 등 두 개의 검지기를 동시 사용하고 이동성을 확보하기 위해 이동식 지주과 전원 유닛을 개발하였으며, 실시간으로의 획득 정보 확인 및 실시간 분석이 가능한 응용 프로그램을 개발 하였다. 본 제안 시스템은 현장 실험을 통하여 그 성능을 확인 하였다. 이를 통하여 다양한 교통정보 수집 상황에서도 정확한 데이터를 측정하고 현장에서 분석이 가능하게 되었다.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
구분	년	월	일	시	분	초	속도	점유율	교통량	하이패스	속도	점유율	교통량	하이패스	속도	점유율	교통량	하이패스	속도
1	2015	03	19	17	26	00	0	1	0	80	757	875	868	6	1	14	21	0	
2	2015	03	19	17	27	00	0	1	0	80	757	875	868	6	1	14	21	0	
3	2015	03	19	17	28	00	0	1	0	80	757	875	868	6	1	14	21	0	
4	2015	03	19	17	29	00	0	1	0	80	757	875	868	6	1	14	21	0	
5	2015	03	19	17	30	00	0	1	0	80	757	875	868	6	1	14	21	0	
6	2015	03	19	17	31	00	0	1	0	80	757	875	868	6	1	14	21	0	
7	2015	03	19	17	32	00	0	1	0	80	757	875	868	6	1	14	21	0	
8	2015	03	19	17	33	00	0	1	0	80	757	875	868	6	1	14	21	0	
9	2015	03	19	17	34	00	0	1	0	80	757	875	868	6	1	14	21	0	
10	2015	03	19	17	35	00	0	1	0	80	757	875	868	6	1	14	21	0	
11	2015	03	19	17	36	00	0	1	0	80	757	875	868	6	1	14	21	0	
12	2015	03	19	17	37	00	0	1	0	80	757	875	868	6	1	14	21	0	

그림 8. 수집된 원시 데이터로부터 분석된 데이터  
 Fig. 8. Analyzed data from collected source data

## IV. 시스템 현장 테스트 및 성능 검증

그림 7에서 보이는 바와 같이 개발 시스템의 현장 테

## References

- [1] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "ITS mandatory training course for urban traffic management", 2008.
- [2] S.-C. Kim, "Research on a Method to Enhance Reliability of Traffic Survey and Analysis," Research Series of the Korea Transport Institute, 2002-01, Nov. 2002.

- [3] S.-W. Lee, S.-J. Shin, and H.-K. You “Studies on the Traffic Information Collection System using Electronic Toll Collection Service,” he Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, vol. 8, no. 6, pp. 165-172, December 2008.
- [4] M. Lee, “Design of In and Outdoor communication hub in Vehicular networks,” The Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, vol. 12, no. 3 pp. 187-194, June 2012.
- [5] Kwang-joo Choi, “Electronic Toll Collection System using DSRC System on Highway”, Digital Mobile Communications Research Lab,2000
- [6] K-S.Koo, “A Study on the Collection and Provision of Traffic Information Using DSRC”,Korea Advanced Institute of Science and Technology, 2008.
- [7] Jang Hyuk, “A study on object recognition for fusion traffic detection system of image and radar”, INHA UNIV. electronic engineering ,2015
- [8] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, “ITS mandatory training course for urban traffic management”, 2008.
- [9] AST, “iVDS-100 user manual”

**이 성 훈(준회원)**



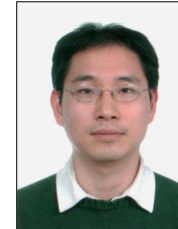
- 2015년 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신 공학과 공학사
- 2015년 ~ 현재 : 산엔지니어링 기술 연구소 연구원 이성훈

**배 홍 민(준회원)**



- 2015년 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신 공학과 공학사
- 2015년 ~ 현재 : 홍익대학교 전자전 산공학과 석사과정

**김 병 서(중신회원)**



- 1998년 : 인하대학교 전기공학과 공학사
- 2001년 : University of Florida, Dept. Electrical and Computer Engineering M.S.
- 2004년 : University of Florida, Dept. Electrical and Computer

Engineering Ph.D.

- 1997년 12월 ~ 1999년 5월 : 한국 모토로라, CIM Engineer.
- 2005년 1월 ~ 2007년 8월 : Motorola Inc. Sr. Engineer.
- 2007년 9월 ~ 2012년 8월 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 조교수
- 2012년 9월 ~ 현재 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 부 교수

**저자 소개**

**박 현 화(준회원)**



- 2015년 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신 공학과 학사과정

※ 본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2014년도 산학연협력 기술개발사업(No. C0192055)의 연구수행으로 인한 결과물이며, 또한, 2014년도 미래창조과학부의 재원으로 과학벨트기능지구지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(2014K000198).