

# RFID를 이용한 장애인전용 주차구역 서브시스템을 위한 기반시설 구축에 관한 연구

## A Study on Construction of Infrastructure for Handicapped Parking Areas Using RFID

최용석\*, 성현경

Y. S. Choi, H. K. Seong

### 요 약

본 연구는 900MHz 대역의 RFID를 이용하여 장애인 전용주차 공간 확보를 도모하고 향후 주차 후 도우미 서비스의 원활한 응용을 위해 기반시설 시스템을 구축하였다. 장애인 차량에 부착한 태그를 판별하는 RFID 리더의 오인식률을 최소화하기 위하여 최적의 태그 부착 위치와 안테나 설치 위치를 제시하고자 한다. 연구결과 RFID 리더의 높이가 170cm일때 지표면과의 각도 80°와 차량 진행 방향과 RFID 리더의 안테나 면과의 각도 90°일 때 최적의 RFID 리더 설치 위치를 나타냈다. 이러한 결과에 맞추어 장애인 전용 주차 공간에 RFID 리더기를 설치하고 이를 단속 카메라와 연동하여 태그 부착 차량 외의 일반 차량에 대한 단속 및 관리가 가능하도록 시스템이 구축되면 장애인 전용 주차공간이 그 본래의 취지에 맞는 용도로 사용되는 것에 크게 기여할 것으로 예상된다.

### ABSTRACT

In this paper, we proposed A Study on Construction of Infrastructure for Handicapped Parking Areas Using RFID. This paper is Construction of the Handicapped Parking Areas infrastructure Using RFID with 900MHz band, and researched the optimal position of the tag attached on the vehicle and the location of RFID reader in order to raise the efficiency of RFID reader and the recognition rate by the handicapped vehicle. The result of research is shown the optimal position of RFID reader establishment when the height of RFID reader is 170cm in height and the angle of 80 ° with the ground when the vehicle traveling direction of the antenna and the RFID reader when the surface and the angle of 90 ° showed the best position RFID readers installed. Parking spaces for the disabled in accordance with these results the RFID readers installed and it works in conjunction with enforcement camera car tagged crackdown on vehicles and other general management, the system is built to allow handicapped parking spaces that meet the intent of the original purpose being used as expected to contribute significantly.

**Keyword :** Handicapped Parking Areas, RFID/USN, UHF, Ubiquitous Parking

접 수 일 : 2014.02.18

심사완료일 : 2014.02.25

게재확정일 : 2014.02.26

\* 최용석 : 상지대학교 컴퓨터정보공학부 외래교수  
cys0736@hanmail.net (주저자)

성현경 : 상지대학교 컴퓨터정보공학부 교수  
hkseong@sangji.ac.kr (공동저자)

### 1. 서론

USN은 향후 국가 경쟁력을 좌우할 유망한 차세대 성장 동력이자 사회전반의 일대 혁신을 가져올 수 있는 중요한 미래 기술이다. USN의 여러 적용 분야 중 교통 분야를 보면 지능형 교통망(ITS, intelligent transport system)이 있으며, 지능형 교통

망에는 버스, 지하철, 고속도로, 주정차 관리 등 여러 객체에 적용할 수 있다[1-3].

현재 운행하는 차량의 수량 대비 주차 공간의 부족 현상으로 인해 불법 주정차를 하는 경우의 수가 많으며 이러한 문제들로 인해 장애인 전용 주차공간도 약자를 보호하고자 하는 그 본래의 의미를 잃고 일반 차량에 의해 점거되고 있는 상태이다. 불법 주차 차량을 주기적이고 정기적으로 단속하여 장애인 전용 주차 공간의 원활한 확보를 이루어야 하지만 단속 인원의 부족 등으로 인하여 항시적으로 단속을 하는 것은 사실상 불가능하므로 이러한 행정의 약점을 이용하여 장애인 주차 공간에 경고문이 부착되어 있으나 사실상 유명무실한 형태를 보이고 있다[4-5]. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 장애인 차량에 부착되어 있는 태그와 장애인 전용 주차 공간에 설치되어 있는 RFID 리더기 및 단속 카메라 등을 이용한 무인 인식방법으로 항시적인 감시와 단속을 시행하여 장애인전용 주차 공간의 확보를 도모하고[6-7], 나아가 RFID 태그의 정보저장 기능을 활용하여 다양한 서비스를 제공할 수 있다는 점을 응용해 장애인 개인의 장애등급 또는 장애유형 등의 정보 저장 및 처리를 통해 전용 주차공간에 주차가 이루어지면 장애 정도나 유형에 따른 맞춤형 서비스를 별도의 요청 없이도 제공할 수 있도록 다양한 응용 서비스를 포함하는 장애인전용 주차구역 서브 시스템을 구축하고자 한다[8]. 이 시스템의 원활한 구축을 위해서는 첫째로는 차량용 RFID 태그의 오인식률을 최소화 하여야 하는데 이는 해당 태그의 부착 위치와 리더 안테나의 설치 위치의 조정으로 가능하다. 두 번째로는 시스템의 운영을 위해서 많은 장애인 차량에 태그를 부여하면 장애인 개인과 행정당국의 경제적인 문제와 직결하게 되는데 이를 해결하기 위해서 가격이 저렴한 수동형 태그를 이용하여 해결점을 찾을 수 있다.

본 논문에서는 RFID를 이용한 장애인전용 주차구역 서브 시스템을 위한 기반시설을 구축하기 위하여 900MHz대역의 RFID를 이용한 테스트를 진행하고 결과를 분석한다. 본 연구의 결과를 응용하고 부가적인 시스템을 추가 구축한다면 장애인 전용 주차 공간의 단속 및 확보뿐만 아니라 호출 시스템을 이용하여 주차 후 장애인으로 하여금 도우미 서비스를 즉각적으로 받을 수 있도록 하여 더욱 안전하고 편리한 차량 운행을 할 수 있을 것으로 예상된다.

## 2. RFID를 이용한 장애인전용 주차구역 서브 시스템

RFID를 이용한 장애인전용 주차구역 서브 시스템이란 장애인 전용 주차구역에 설치된 RFID 리더를 통해 주차된 차량의 장애인 등록 여부를 파악하고 해당 장애인의 장애등급과 도우미의 필요 유무 등을 자동으로 인식하여 적절한 서비스를 빠르고 원활하게 제공하고 장애인 주차구역에 일반 차량이 주차하였을 시 경고 혹은 단속의 용도로 활용하여 장애인 전용 주차공간의 활용도를 극대화 할 수 있는 국가 인프라 성격의 제어 시스템을 말한다.

국내에서 사용하고 있는 RFID 주차관리 시스템은 출입과 결제관련 서비스 및 주차안내 서비스만 시행하고 있다[9-11]. RFID를 이용한 장애인전용 주차구역 서브 시스템의 경우 일반적인 RFID 주차관리 시스템과 같이 출입 서비스와 결제관련 기능을 수행하면서 장애 유형에 따른 맞춤형 서비스를 쉽게 제공할 수 있는 장점이 있다. 이러한 RFID를 이용한 장애인전용 주차구역 서브 시스템의 사용범위를 넓히고 사용자의 부담을 줄이기 위하여 저렴한 비용을 요구하는 수동형 태그를 사용한다. 이때 수동형 태그의 특성상 다소 짧은 인식거리[12]를 보완하기 위하여 리더와 태그의 가장 적합한 설치 위치를 찾고 실험을 통하여 검증한다.

본 논문에서 구성한 RFID를 이용한 장애인전용 주차구역 서브 시스템은 그림 1와 같이 구성하였다. 차량이 진입하면 안테나가 차량에 부착된 태그를 인식한다. 태그로부터 수신된 정보가 RFID 미들웨어를 통하여 관리센터로 전송되며 태그의 정보에 따라 장애 유형에 따른 맞춤 서비스를 제공하고 일반 차량의 경우 경고 메시지를 발송한다. 경고 메시지 발송에도 위반하는 차량은 위반용 카메라로 촬영한다.

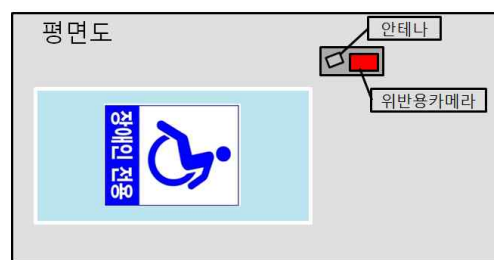


그림 1. RFID를 사용하는 장애인 전용 주차시설 구성도

본 논문에서 개발하는 RFID를 이용한 장애인전용 주차구역 서브 시스템은 RFID 리더를 설치하여 차량에 장착되어있는 태그의 정보를 읽어 서비스를 진행한다. 단, 차량탑재 설비인 OBU(on board unit)가 존재하지 않고 RFID 태그만을 부착한다.

RFID 리더를 설치할 때 고려할 사항은 RFID의

수신거리이다. 능동형 태그를 사용한다면 수신거리에서 걱정할 필요가 없지만 수동형 태그를 사용한다면 수신거리를 생각해야 한다.

본 논문에서 실험에 사용한 900MHz 대역의 리더와 태그의 경우 실측결과 1.5~2m 가량의 수신거리를 보였으며 태그의 각도에 따라서 약간씩의 차이를 보였다. 리더와 태그사이의 수신거리를 생각했을 때 리더는 태그와 가까운 노변에 설치하는 것이 좋다.

### 3. RFID를 이용한 장애인전용 주차구역 서브 시스템 실험

#### 3.1 실험

RFID를 이용한 장애인전용 주차구역 서브 시스템의 실용성을 입증하기 위해 실험을 진행하였다. 본 실험에서는 900MHz 대역의 모바일 RFID 리더로 (주)인트정보시스템사의 RFID용 무선설비 INT-900H를 사용하였고, 태그로는 수동형 태그인 EPC Gen2 태그를 사용하였다. 리더는 UHF 910MHz에서 914MHz의 동작주파수를 갖는다.

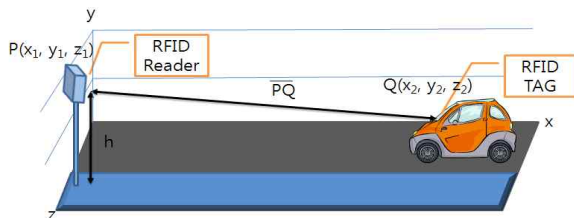


그림 2. RFID 리더와 RFID 태그의 상대적 위치

본 실험에서는 RFID 리더의 적당한 설치 방안을 찾기 위하여 차량에 부착된 RFID 태그와 리더 안테나의 상관관계를 측정하였다. 리더의 설치 위치는 자동인식이 이루어지는 시점과 설치 환경을 고려하여 적합한 위치를 선정하고자 하였다. 수신율을 높이기 위하여 차량에 RFID 태그가 부착되는 위치와 RFID 리더의 전파 방사 패턴을 고려하고 RFID 리더의 설치 높이와 리더와 차량진행방향간의 각도, 리더와 지표면 간의 각도를 선정하여야 한다. 또한, 태그의 부착 위치는 금속은 투과하지 못하고 그 외의 비금속은 투과하여 인식할 수 있는 RFID의 특징을 고려하고, 탈착 및 부착과 운전자의 시야 확보 등의 편리성을 고려하여 차량 전면 유리의 운전석 쪽 하단을 이용한다. 이때, 태그의 인식률을 높이기 위해 태그의 부착위치를 고려한다.

그림 2에서와 같이 3차원 공간에서 리더의 위치를 P, 차량에 부착된 RFID 태그의 위치를 Q라고 가정한다. 그리고 리더 안테나와 차량부착 RFID 태그의 거리 PQ를 구해보면 식 (1)과 같다.

$$\overline{PQ} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2} \quad (1)$$

여기서 리더의 높이와 차량부착 RFID 태그의 높이가 일정하다는 점에서  $(y_2 - y_1)^2$ 의 값은 일정하다. 또한 차량이 리더 안테나와의 수평거리를 일정하게 유지하면서 주행한다는 점에서  $(z_2 - z_1)^2$ 의 값도 일정하다. 이런 점에서  $(y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2$ 을  $c^2$ 로 상수화 하면 리더와 차량부착 RFID 태그 간의 거리는 식 (2)와 같다.

$$\overline{PQ} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + c^2} \quad (2)$$

인식범위에서 PQ의 길이는 x축의 길이 보다 길다. 따라서 만약 RFID 리더 성능이 3m에서 판독이 가능하다고 가정하면 실제로는  $\Delta x$ 가 3m 이하일 때 판독이 가능하다. 또한, 리더와 차량부착 RFID 태그의 거리 외에도 리더의 높이, 각도, 차량부착 RFID 태그의 위치에 따라서 인식거리가 변화한다.

그림 3은 실제 실험 장면을 나타낸 것이다. 실험을 위해서 공사를 위해 통제된 이면도로를 이용하였으며, 차량은 그랜저TG를 사용하였다. 실험의 정확도를 높이기 위하여 각 케이스별로 50회 이상 실험하였다.



그림 3. 실제 실험 장면

#### 3.2 안테나 높이와 각도에 따른 인식률 실험

태그를 부착한 차량이 진입하게 되면 리더는 빠르고 정확하게 태그를 인식하여 결제 프로세스를 진행하여야 한다. 리더가 태그를 정확하고 빠르게 인식하기 위해서는 가장 높은 인식률을 보이는 위치와 각도를 고려하여 설치되어야 한다. 이러한 점

을 고려하여 위치와 각도를 달리하여 태그 인식률을 측정하였다. 그림 4은 차량과 RFID 리더의 위치를 나타낸 것이다.

그림 4에서의 각 기호의 의미는 다음과 같다.

$h$  : 지표면에서 RFID 리더까지의 위치

$\delta$  : RFID 리더와 지표면의 수직면간의 각도

$\theta$  : 차량 진행 방향과 리더의 안테나 면이 이루는 각도

$D$  : 차량이 RFID 리더를 향해 다가올 때 태그를 처음 관측하는 거리

$d$  : 차량의 사이드미러에서 RFID 리더까지의 수평거리

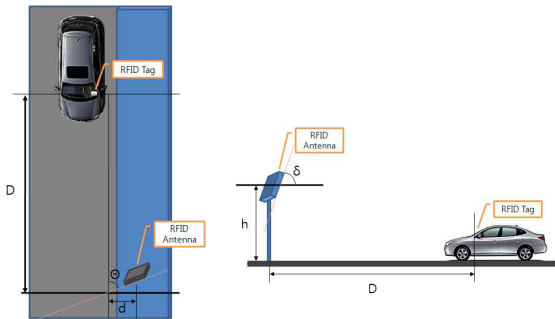


그림 4. 차량과 RFID 리더의 위치

실험에서는 차량의 전면 유리창 우측 하단(운전석)을 기준으로 가로 10cm 세로 15cm가 떨어진 위치를 기준으로 태그를 부착하고 RFID 리더의 높이를 10cm 씩 변화시키면서 실험하였다. 태그를 부착한 차량이 진입할 경우 RFID 리더가 태그를 처음으로 인식하는 차량의 위치가 몇 cm인지를 측정하고, 각각 위치별로 50회씩 실험하여 전체 실험횟수 대비 인식한 횟수를 이용하여 인식률을 계산하였다. 그림 5는 RFID 리더의 높이와 차량에 부착된 태그간의 인식률을 보인 것이다.

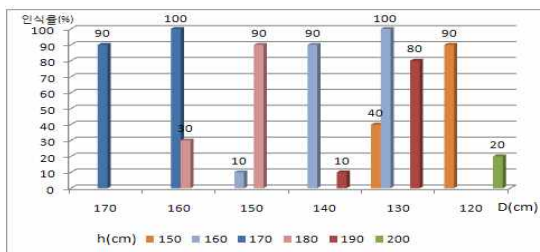


그림 5. RFID 리더의 높이에 따른 인식률

실험에서는 지표면과 리더의 안테나 사이의 각도를 80°로 고정하였고, 안테나의 위치가 차량의 우측

에 있음을 고려하여 차량 진행방향과 리더의 안테나 사이의 각도를 80°로 고정하였다. 실험 결과는 그림 5에서 보인 것과 같이 높이(h)가 170cm일 때 가장 먼 거리에서 인식하였음을 보였다.

그림 5에서 X축은 인식거리(D)를 나타내고 Y축은 인식률(%)을 나타내며, 범례는 높이(h)를 나타낸다.

다음으로 지표면과 RFID 리더의 안테나 면이 이루는 각도( $\delta$ )와 차량 진행방향과 RFID 리더의 안테나 면이 이루는 각도( $\theta$ )를 변화시켜 최적의 안테나 설치 각도를 구하였다. 이를 위해 RFID 리더의 높이는 170cm로 고정시키고 각각의 각도 변화에서 태그를 최초로 인식하는 차량과 RFID 리더 사이의 거리(D)를 측정하였다. 측정결과는 그림 6에서 보였다.

그림 6의 측정결과는 지표면과 RFID 리더의 안테나 면과 수직을 이루는 면간의 각도( $\delta$ )가 80°이고, 차량 진행 방향과 안테나 면과의 각도( $\theta$ )가 90°일 경우 170cm의 거리에서도 모든 태그를 인식할 수 있었다. 따라서 RFID 리더 안테나는 차량 주행 방향과 수직으로 설치해야 보다 높은 인식률을 확보할 수 있음을 의미한다.

그림 6에서 X축은 RFID 리더의 안테나 면 각도에 따른 진행차량과 RFID 리더간의 거리이며, Y축은 인식률이다.

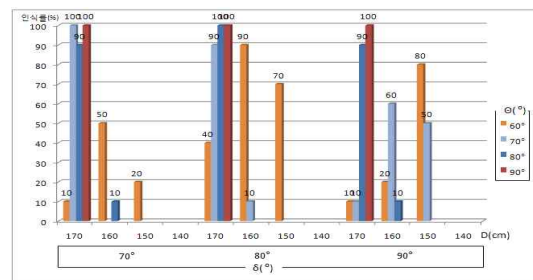


그림 6. RFID 리더의 안테나면 각도에 따른 인식률

### 3.3 RFID 태그 부착위치에 따른 인식률 실험

RFID 태그를 차량 내에 부착하여 운행하므로 운전 전에 방해가 되지 않는 위치와 인식률을 고려하여야 한다. 앞 절에서 리더의 위치가 결정되었기 때문에 이를 적용하여 태그의 위치를 변화시키며 실험하였다. 태그의 위치는 리더와 근접하고 운전자의 편의성을 고려하여 차량의 운전석 쪽 전면 유리창의 하단을 기준으로 상하(H')와 좌우(W)로 위치를 변경시키면서 실험하였다. 또한 각 위치별로 각각 50회씩 실험하였으며 전체 실험 횟수 대비 성공 실험 횟수를

이용하여 인식률이 80%이상인 경우를 인식거리로 판단하였다.

표 1은 차량의 태그 부착 위치에 따른 인식거리를 보인 것이다. 태그의 부착 위치는 차량의 전면 하단과 우측 유리창(운전석)을 기준으로 각각 H'(cm)와 W(cm)로 나타내었고 인식거리는 cm로 나타내었다. 실험은 차량의 RFID 태그의 부착 위치를 상하좌우로 각각 5cm씩 이동시키며 RFID 신호 인식거리를 측정하였다.

표 1에서 보인 것과 같이 측정 결과는 태그 부착 위치가 가로(W) 5cm, 세로(H') 5cm에서 RFID 신호 인식거리가 50cm로 가장 좋지 않게 나타났고, 차량 태그 부착위치가 가로(W) 10cm, 세로(H') 15cm에서 RFID 신호 인식거리가 170cm로 가장 좋게 나타났다. 표 1에서 “\*”로 표시한 부분은 인식률이 저조하게 나타나 사용이 불가능하다고 판단되는 부분으로 RFID 태그의 금속에 대한 투과율이 저조한 것[13-14]과 관련이 있는 것으로 보인다.

표 1. 태그 부착 위치에 따른 인식거리 (단위 : cm)

W(cm) \ H'(cm)	5	10	15
5	50	*	*
10	*	120	140
15	*	170	150
20	*	120	84

[\* : 인식률 저조 구역]

#### 4. 결론

본 논문에서는 RFID를 이용한 장애인전용 주차구역 서브 시스템 기반시설을 구축하기 위한 리더 및 태그 구성 방안을 제시하였다. 실험을 통하여 차량 유리면에 RFID 태그를 부착한 차량이 장애인 전용 주차공간에 진입하는 과정에서 RFID를 가능한 먼 거리에서도 높은 인식률로 인식할 수 있으며, 인식률을 가장 높일 수 있는 RFID 태그의 부착위치와 RFID 리더의 설치위치를 제시하였다.

실험 결과 RFID 태그는 차량 전면에서 보았을 때에 전면 유리창 우측 하단을 기준으로 가로(W) 10cm, 세로(L) 15cm가 떨어지도록 위치하여 거치하는 것이 인식률이 가장 높았다. 또한, RFID 리더의 높이를 지표면으로부터 170cm에 위치하는 것이 인식률이 가장 높았다. 리더는 태그를 정면으로 바라볼 때 가장 인식이 잘 되므로 차량 진행방향과의 각도를 90°로 고정하고, 지표면과의 각도를 70°~

80° 정도로 고정하는 것이 효율이 더 좋았다.

본 연구의 결과를 응용하고 부가적인 시스템을 추가 구축한다면 장애인 전용 주차 공간의 단속 및 확보뿐만 아니라 호출 시스템을 이용하여 주차 후 장애인으로 하여금 도우미 서비스를 즉각적으로 받을 수 있도록 하여 더욱 안전하고 편리한 차량 운행을 할 수 있을 것으로 예상된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] E. E. Kim, “USN Standard and Technology”, In Proc. of the 10th International Conference on Advanced Communication Technology, Vol. 2, pp. 1415-1418, 2008.
- [2] J. M. Yun and P. Park, “Development of Industrial Safety Management System for Shipbuilding Industry Using RFID/USN”, In Proc. of the 9th International Conference on Ubiquitous Intelligence & Computing and 9th International Conference on Autonomic & Trusted Computing, Vol. 1, pp. 285-291, 2012.
- [3] V. D. Lecce and A. Amato, “Route Planning and User Interface for an Advanced Intelligent Transport System”, IET Intelligent Transport Systems, Vol. 5, Issue 3, pp. 149-158, 2011.
- [4] S. A. Ali and S. M. A. Burney, “Conversion of Heterogeneous Education System (HeES) into Homogeneous Education system (HoES) for Ease of Disabled Persons using Information Technology”, In Proc. of the International Conference on Computer Design and Applications, Vol. 2, pp. 298-301, 2010.
- [5] M. G. Jayne, “Requirements of Electric Vehicles for Disabled Persons”, In Proc. of the IEE Colloquium on New Developments in Electric Vehicles for Disabled Persons, Vol. 1, pp. 1-4, 1995.
- [6] M. Bilal, C. Persson, F. Ramparany and G. Picard, “Multi-agent based Governance Model for Machine-to-Machine Networks in a Smart Parking Management System”, In Proc. of the IEEE International Conference on Communications, Vol. 1, pp. 6468-6472, 2012.
- [7] L. F. Cervantes, Y. S. Lee, H. Yang and J. Lee, “A Hybrid Middleware for RFID-based Parking Management System Using Group

Communication in Overlay Networks”, In Proc. of the International Conference on Intelligent Pervasive Computing, Vol. 1, pp. 521-526, 2007.

- [8] G. Yan, W. Yang, D. B. Rawat and S. Olariu, “SmartParking: A Secure and Intelligent Parking System”, IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, Vol. 3, Issue 1, pp. 18-30, 2011.
- [9] M. Romeo, H. H. Yang and J. W. Lee, “Car Collision Verification System for the Ubiquitous Parking Management”, Korean Society for Internet Information, Vol. 12, No. 5, pp. 101-111, 2011.
- [10] C. H. Byun, J. H. Lee, H. W. Jo and H. S. Kim, “Design and Implementation of Ubiquitous Parking Management System using Sensor Network”, Korean Institute of Information Scientists and Engineers, Vol. 13, No. 6, pp. 388-396, 2007.
- [11] S. H. Lee, J. W. Park and M. S. Kang, “Design of Parking Management System Using Smart Phone Based on RFID and USN”, The Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol. 1, pp. 1826-1829, 2012.
- [12] H. D. Son and S. C. Kang, “Design and Implementation of the Electromagnetic Adaptive RFID Tag in 900MHz”, The Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 15, No. 5, pp. 1141-1146, 2011.
- [13] Leena Ukkonen, Lauri Sydanheimo, and Markku Kivikoski. “Anovel tag design using inverted-F antenna for radio frequency identification of metallic objects,” IEEE AW&WC. pp. 91-94. 2004.
- [14] Pasi Raunonen, Lauri Sydanheimo, Leena Ukkonen, and Markku Kivikoski, “Folded dipole antenna near metal plate,” IEEE AP-S. pp. 848-851. 2003.



**최 용 석**

2012년 : 상지대학교 컴퓨터정보과 공학박사  
 2007년 ~ 현재 : 상지대학교 컴퓨터정보공학부 외래교수  
 2013년 ~ 현재 : 인하공업전문대학교 전자통신과 외래교수  
 2012년 ~ 현재 : (주)코스모티어 기술연구소 선임연구원

관심분야 : Ubiquitous Sensor Network, Mobile Telecommunication, Mesh Network, Satellite Communication, RFID/WSN 설계, 보안 및 응용 등



**성 현 경**

1982년 : 인하대학교 전자공학과 공학사  
 1984년 : 인하대학교 대학원 전자공학과 공학석사  
 1991년 : 인하대학교 전자공학과 공학박사  
 2005년 ~ 2006년 : 미국 Naval Postgraduate School 방문교수  
 1991년 ~ 현재 : 상지대학교 컴퓨터정보공학부 교수

관심분야 : Multiple-Valued Logic Design, Computer Architecture Design, Information & Coding Theory, Cryptography Theory & Security, RFID/WSN 설계 및 응용 등