



특집

RFID/USN의 기술 및 시장동향

반기종·원영진 (부천대학)

I. 서론

RFID/USN 기술은 최근 급속도로 발전하고 있는 분야로서 국가 주도로 신성장동력 산업으로 선정되어 21세기의 전세계적인 추세인 자원, 환경, 고령화 사회에 대비하는 산업으로 성장동력을 갖도록 준비하고 있다.

세계적으로도, 인터넷 산업의 발달과, 유무선 통신의 발달에 따라 RFID/USN 산업도 급성장하고 있다.

국내에서는 2009년 신성장동력 비전 및 발전 전략이라는 보고서를 통해 녹색성장의 비전과 미래의 산업 성장 동력에 대비하고자 하는 보고서를 제출하였다. RFID/USN 기술은 신 성장동력에서 IT 융합 시스템에 속하여 산업발전에 큰 효과를 가져올 것으로 예측하였다. RFID/USN 기술개발로 얻을 수 있는 경제적 효과는 18년간 약 1275억달러로 성장할 것으로 기대하고 있으며, 자동차 전장분야에서는 2005년 20%에서 2015년에는 40%대로 증가할 것으로 전망하고 있다. 또한, IT와의 융합, 그린 IT등을 통해 저탄소 산업으로의 진입이 가능할 것으로 보고 있다. 이에

따라 RFID/USN 기술 발달에 따라 2018년까지 고용창출 효과는 12만명 수준에 이를 것으로 보고 있다.^[1]

RFID 기술은 크게 태그와 리더기, 그리고 리더기에서 인식한 정보를 처리할 서버와 응용서비스로 구성된다. 현재 RFID/USN 기술은 다양한 분야에서 적용되고 있으며, 센서기술의 발전과 네트워크 기술, 인터넷 기술의 발전에 따라 급속도로 적용 분야가 늘어나고 있다. 그중에서 대표적인 적용분야는 U-city, U-care, 우편물, 바이오, 자동차의 전장 등 다양한 분야에서 새로운 기술을 적용하고 있다. 또한 최근에는 승레문의 소실로 인해 소방시스템에서도 문화재 관리에 RFID 시스템을 적용하는 사례가 늘어나고 있다.^[2]

본고에서는 RFID/USN 시스템의 기본적인 특성과 현재 기술과의 비교, 현재 적용되는 분야들을 통해 향후 경제적 성장 가능성등을 살펴보기로 한다. 또한, 이와 더불어 현재 전세계적으로 추진되고 있는 표준화 작업에 관한 내용들을 분석해 보고자 한다.

II. RFID/USN

1. RFID

기존 시스템들과 달리 RFID 시스템은 무선 주파수를 이용하여 접촉없이 사물에 부착된 태그를 식별하여 정보를 처리하는 인식 기술을 말한다.

RFID는 빠른 인식속도, 긴 인식거리, 장애물 투과, 장시간 사용이 가능하고, 데이터 처리능력 등에 있어서 기존 시스템에 비해 뛰어난 성능을 가진다.

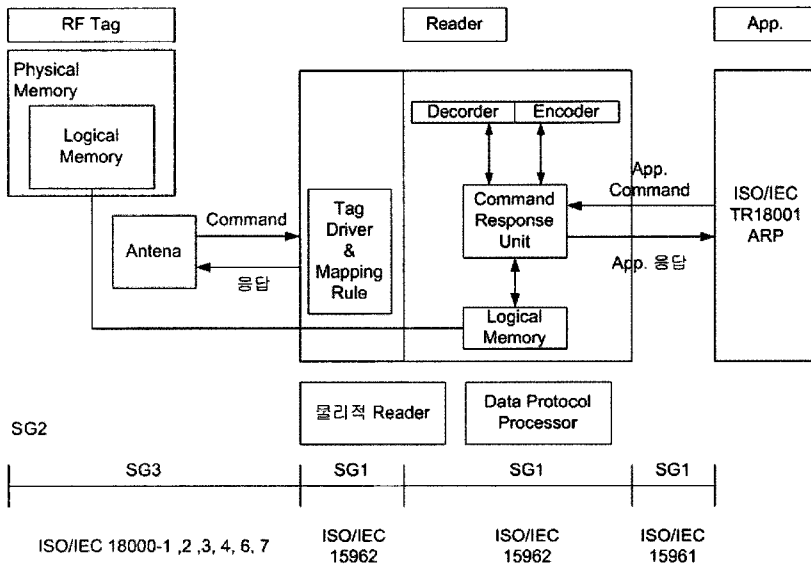
현재 RFID는 135kHz에서 2.45GHz의 주파수까지 다양한 주파수 대역에서 사용가능한 시스템들이 개발되었고, 이에 대한 표준화 작업은 ISO/IEC의 JTC1/SC31에서 담당하고 있다.

RFID의 구성은 <그림 1>과 같이 태그, 리더기, 안테나, 미들웨어, 호스트 컴퓨터, 어플리케이션 소프트웨어 등으로 구성된다. 리더기에서 송신된 전파는 태그에서 수신전파를 받아 active

상태로 되고 태그는 정보를 리더기에 송신한다. 리더기에 수신된 전파는 디지털 신호로 변환하여 호스트 컴퓨터에 전달한다.

태그는 태그 내부의 동작전원 내장 여부에 따라 능동형과 수동형으로 구분되고, 능동형은 내부에 전원을 가지고 있는 형태로 리더기와의 인식거리를 늘릴 수 있고, 리더기의 전력손실을 줄일 수 있는 장점이 있으나 가격이 비싸고 사용기간의 제한등에 관한 단점을 가지고 있다. 수동형 태그는 내부에 전원을 가지고 있지 않는 형태로 리더기와의 인식거리가 짧은 반면 사용기간이 길고, 가격이 저렴하다.

RFID 시스템에 사용되는 주파수 대역은 125 kHz, 13.56MHz, 433MHz 및 860~ 960MHz, 그리고 2.45GHz의 범위에서 사용되고 있다. 125kHz의 낮은 주파수 대역은 경제성이 우수하며 동물관리나 FA등에 적용된다. 13.56MHz의 대역은 교통카드나 보안영역에 사용되며, 도서관의 서적관리등에도 사용하고 있다. 433MHz 대



<그림 1> RFID 구성도

역은 컨테이너의 관리에 사용하고 있으며 860~60MHz 대역은 인식거리가 3m 이상으로 유통, 물류분야에 적용되며, 거리적인 면이나 기타 성능면에서 우수하여 가장 많은 분야에서 적용하고 있다. 2.45GHz의 경우 하이패스와 같은 특수한 분야의 처리속도가 빠른 분야에 사용하고 있다.

<표 1> 주파수 대역에 따른 특성

주파수 대역	특 성
125kHz (50cm 이하)	경제성 우수 수동형태 FA, 근접보안, 동물관리등
13.56MHz (50cm 이하)	교통카드, 보안분야에 활용 도서정리
433MHz (50~100m 이하)	국방관련 응용 컨테이너 관리
860-960MHz (3m 이상)	유통, 물류분야 다중태그 인식 인식거리와 성능 우수 생산관리, 물류추적
2.45GHz (1m 이하)	제한적인 사용 수동 형태는 짧은 거리 특수 고속처리분야 외부환경 영향 크다 Hi pass등에 적용

<표 2> RFID/USN 기술 분류

No.	영역	분류
1	RFID	Tag
		Reader
		RFID Middleware
		RFID 응용기술
2	USN	Sensor Node
		Sink, Gateway Node
		USN Middleware
		USN 응용기술
3	USN Infra	USN SE
		USN Information Architecture
		Internetworking with BcN(Broadband convergence Network)
4	전파 기술	Security & Protection
		전파자원 / EMC 기술 개발

<표 1>은 RFID 시스템에서 사용하고 있는 주파수 대역에 따른 특성과 적용분야를 나타낸 것이다. 각 주파수 대역에 따라 인식거리가 다르게 나타나며, RFID 시스템에서 사용되는 주파수 대역은 크게 5가지로 분류한다.

<표 2>는 RFID/USN 시스템의 기술에 대한 분류이다. 여기서, RFID 시스템은 태그, 리더기, middleware 및 응용 기술로 구성되며, USN 시스템은 sensor node, gateway node, middleware, 응용기술 등으로 분류되고. 그 외 USN Infra 및 전파기술 등으로 구성되어 있다.

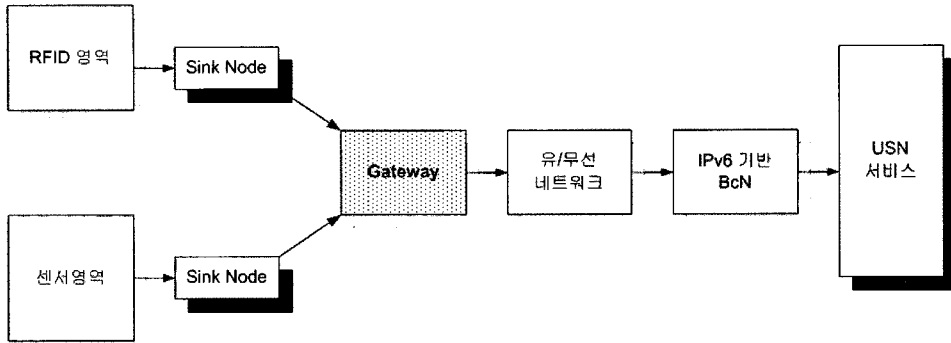
2. USN

USN(sensor network)은 센서를 네트워크로 구성한 것을 말한다. 무선 센서 네트워크(WSN; Wireless Sensor Network), 유비쿼터스 센서 네트워크(USN; Ubiquitous Sensor Network) 등으로도 불린다.

USN은 인간 중심의 유비쿼터스 패러다임이 확대되면서 전 세계적으로 활발하게 연구되고 있는 기술 중의 하나이다. USN은 필요한 곳에 태그를 부착하여 사물의 온도, 압력, 오염, 균열 등 환경정보와 각종 정보를 수집하여 이용한다. 주된 이용환경은 물류, 유통, 환경, 헬스케어, 소방, 금융, 의료, 교육, 재난관리, 기상관측, 문화재 관리등 다양한 분야에서 활용중이다.

USN 관련 소프트웨어 플랫폼으로는 TinyOS, Nano Qplus, Contiki, LiteOS 등이 있으며, 다양한 표준과 프로토콜을 지원한다.

USN 관련 표준으로는 IETF의 ROLL, ZigBee, Wireless HART, ISA 등이 있다. 2009년을 기준으로 2~3년 후에는 IPv6 를 접목한 USN 기술이 많이 확산될 것으로 기대되고 있다.



<그림 2> USN 구성도

<그림 2>는 USN의 기본적인 구성도로서 RFID 영역과 센서영역, Sink Node, 게이트웨이 및 이들에 대한 유무선 네트워크 그리고 IPv6 기반의 BcN을 통하여 USN 서비스를 실시하는 것을 보여준다.

3. 기존 시스템과 RFID 비교

현재 여러분야에서 사용하고 있는 바코드, 자기코드, IC카드등은 여러 단점을 가지고 있다. 이에 대한 대응으로 RFID 시스템을 들 수 있다.

<표 3>은 기존 시스템들과 RFID 시스템의 특성을 비교한 것으로 바코드, 자기코드, IC카드

와 RFID 방식에 대해 분석하였다. 각 방식들은 접촉식과 비접촉식이 있으며, 인식 방법에 따라 리더기에 삽입하는 삽입식과 비접촉식으로 일정 거리에서 인식 가능한 방법으로 구분된다. 인식률은 바코드 방식을 제외한 타 방식들은 99.9%의 높은 인식률을 보여준다. 각 시스템의 사용기간과 데이터 처리능력 면에서는 바코드에서 RFID로 갈수록 사용기간이 길어지고 처리능력이 커지는 특성을 가진다.

또한, RFID 방식은 다른 시스템에 비해 인식거리가 길고 사물을 투과할 수 있으며 사용기간이 길며 우수한 데이터 처리능력과 보안처리가 가능한 장점을 가지고 있다. 그리고, 바코드, IC카드, RFID 시스템의 인식속도나 태그 크기면에서 RFID가 가장 우수한 성능을 가지고 있다.

반면에, 외부의 전자적 영향에 노출시 오류를 일으킬 수 있는 단점도 가지고 있다.

<표 3> 기존 방식과의 특성 비교

	바코드	IC 카드	RFID
인식방법	비접촉	접촉	비접촉
인식거리	50cm 미만	삽입식	100m 이하
속도	4 sec	1 sec	10~100ms
정확도	96%이하	99.9%	
투과기능	불가능	불가능	가능
사용연한	짧음	1만회	10만회
데이터 처리	100Byte 미만	16~64kB	64kB
경제성	저렴	고가	중간
보안성능	불가능	가능	가능

III. RFID/USN 적용 사례

RFID/USN 기술은 전 세계적으로 다양한 분야에서 적용되고 있으며, 지속적으로 빠른 성장을 하고 있는 분야이다.

<표 4>는 각 국가별 RFID/USN의 활용 분야

〈표 4〉 각국의 RFID/USN 적용 사례

국가	적용 분야
대한민국	1. 인원 출입통제 시스템 2. 수하물 추적 시스템 3. 교통카드 시스템에 도입 4. 대형 마트의 쇼핑 카트에 RFID 부착 5. 의류매장에 적용하여 재고관리 및 제품관리 6. 의료 시스템에 적용 : 수술환자, 의약품 7. 화재 감시 시스템으로 적용
일본	1. 백화점의 구두에 RFID 태그 적용 2. 공항의 화물 수취 및 전달 서비스 3. 자동차의 적재물 절도 방지 4. 건물의 온/습도, 빛 센서등을 이용하여 건물의 자동관리
유럽	1. 자동차 공장에서 자동차 부품 추적 및 관리 2. 동물학회에서 곤충의 움직임 추적 및 행동 조사 3. 센서노드를 이용한 빙하 연구 4. 의료 시스템에 적용
미국	1. 대형 마트에서 물류관리, 물품 추적 시스템 2. 수하물 추적 시스템 3. 국방부 물품에 적용 4. 농장의 온습도 제어 5. 동식물의 생태환경 파악

를 나타내는 것으로 국내와 일본, 유럽 및 미국에 대한 응용 분야에 대해 분석하였다.

국내의 경우를 보면 U-city를 비롯하여, U-care, 실시간 우편물 서비스, 전력산업, 실시간 위치추적 기술등이 개발되고 있으며, 소방시스템등에도 다양한 관점에서 접근하고 있다.

U-care의 경우 독거노인이나, 심신 장애자들을 위한 원격 진료등에 이용하고 있으나, 개인의 신상 정보등을 제공해야 하는 점 등으로 인해 개

인정보의 유출등에 대한 부작용도 고려할 대상으로 나타나고 있다.^[3]

일본의 경우 공항의 화물 추적 및 전달 서비스, 자동차 적재물 감시 시스템 및 건축물들의 온습도 자동제어 분야에서 활용하고 있다.

유럽에서는 빙하연구, 자동차 부품 추적관리, 의료시스템에의 적용, 곤충등의 연구에 활용하고 있다. 의료시스템의 경우, 제약회사부터 약의 이동경로에 대한 추적, 마약류 등의 관리, 약의 오염등등을 관리 할 수 있다.

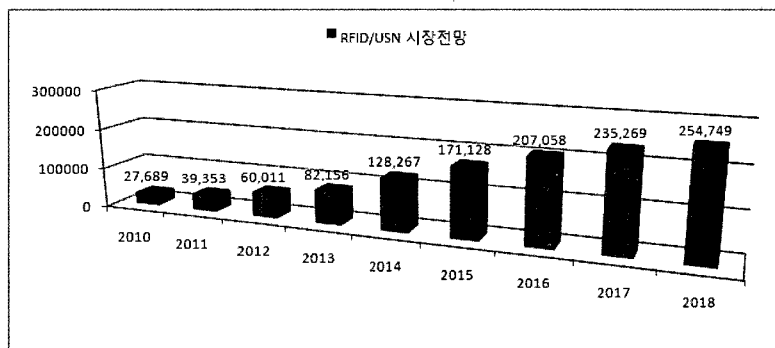
미국은 마트의 물류관리, 물품 추적, 수하물 추적, 군의 물품 관리, 농장 등의 온습도 제어, 동식물의 생태환경을 파악하는 분야에 적용하고 있다.

각국의 RFID/USN 활용 분야를 보면, 각 국의 환경적인 요인이나, 산업적인 측면들을 고려하여 다양하게 활용되고 있음을 알 수 있다.

IV. RFID/USN 최근 동향 및 시장전망

1. 국내시장

국내의 RFID/USN 시장은 국가적으로 신성장 동력원으로 선정되어 매우 빠른 속도로 증가하고 있다. <그림 3>은 RFID/USN의 국내 시장 전



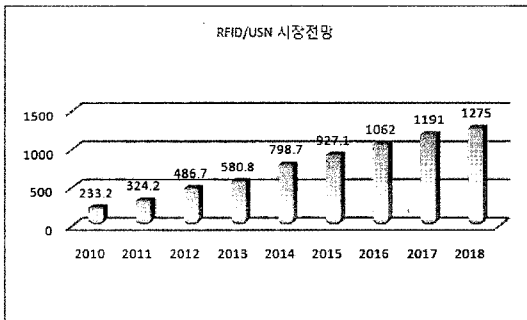
〈그림 3〉 국내의 RFID/USN 시장전망(ETRI 2008년 추정치)

망을 나타낸 것으로 2010년 2조 7천억원에서 2018년에는 25조원대까지 성장할 것으로 전망된다. 이와 더불어 고용창출에도 큰 기여를 할 것으로 전망하고 있다.^[4]

2. 세계시장

전 세계적으로도 RFID/USN은 신기술의 개발과 여러 분야에 다양한 형태로 적용하고 있다. <그림 4>는 세계 RFID/USN 시장에 대한 전망치로서, 2010년 233억 달러에서 2018년에는 1275억 달러로 성장할 것으로 전망하고 있다.

(단위 : 억달러)



<그림 4> 세계 RFID/USN 시장 전망 (ETRI 2008년 추정치)

V. RFID 국제 표준화 동향

1. ISO/IEC 기술 표준화 동향

각 국가별로 상이한 주파수 대역을 사용하는 문제로 인하여 세계적으로 통일 규격에 대한 필요성이 대두되어 RFID/USN의 주파수 대역과 프로토콜 등에 대한 국제 표준화가 진행되고 있으며, ISO/IEC 산하의 SC31에서 표준화를 주도

적으로 수행하고 있다.

SC31은 WG1~WG4 까지 4개의 워킹그룹을 두고 있으며 WG1에서는 1,2차원 바코드에 대한 내용을 다루고 있다. WG2에서는 데이터 구조를, WG3에서는 시험방법에 대한 내용, 그리고 WG4에서 물류 RFID에 관한 내용을 다루고 있다. G4 산하에는 SG1~SG3, ARP등 4개의 서브그룹이 있다.

SC31에서 다루는 내용은 자동인식, 데이터 수집에 대한 기술 표준화 작업을 수행중이다. 또한 UHF와 active RFID 표준에 대한 확장 및 센서태그, 미들웨어에 대한 신규표준화가 진행중이다.

<표 5>는 RFID/USN의 기술 표준화 작업을 진행중인 ISO/IEC JTC1 - SC31의 구성을 나

<표 5> ISO/IEC JTC1 - SC31 구성(조직도)

그룹	그룹명	ISO/IEC	작업명	비고
SG1	Data 구분 표준	15961	Tag commands	데이터 프로토콜
		15962	Data syntax	
		24729	Data value domain interpretation and guideline	
SG2	Tag 식별	15963	Tag 식별자	Tag ID 식별
SG3	통신	18000-1	Generic Parameters	파라미터 규정
		18000-2	Below 135kHz	가축관리 TC23/SC19
		18000-3	13.56MHz	도서관리 JTC1/SC17
		18000-4	2.45GHz	μ-chip 응용
		18000-6	860-960MHz	유통물류
		18000-7	433MHz (Active)	컨테이너 -100m
		24710	Elementary Tag Function	Read Only(EPC)
ARP	적용 기술	18001	ARP 요구사항	적용조건 조사

타낸 것이다. 여기에는 그룹 SG1~SG3, 적용기술을 담당하는 ARP(Address Resolution Protocol)로 크게 분류되고 각 그룹별로 표준화 내용에 따라 ISO/IEC 번호가 부여된다.

그리고, ITU-T 그룹에서는 RFID를 네트워크와 연계에 관한 부분을 담당하고 있으며 네트워크 프로토콜, 보안 및 인증, 그리고 NGN(Next Generation Network)과의 연계등 세부적인 분야에 대한 RFID 표준화를 담당하고 있다.

2. 각 국가별 표준화 동향

ISO/IEC의 표준화와 더불어 각국가별 표준화에 대한 동향을 <표 6>에 나타내었다.

국내에서는 지식경제부를 중심으로 RFID/USN의 표준화에 앞장서고 있으며 RFID와 USN, 그리고 기타 산업과의 융합기술에 중점을 두고 추진중이다.

미국의 경우 RFID/USN 신기술에 대한 대학들과의 산학연을 통한 공동 기술개발을 하고 있다.

<표 6> 주요국가의 RFID/USN 기술 표준화 동향

국가	표준화 동향
대한민국	1. 지식경제부 중심으로 RFID/USN 주도 2. RFID, USN, 융합기술 중점 추진 3. RFID/USN 협의회 구성
미국	1. RFID/USN 관련 신기술 산학연 공동 개발 2. EPC 글로벌을 통한 국제 표준확정
일본	1. 100여개 기업이 컨소시엄 구성 2. 관련기술 개발, 비즈니스 모델 개발 등 3. 유비쿼터스 ID센터를 통한 IPv6 코드를 일본 독자표준으로 제안
유럽	1. IST 연구 프로그램을 통한 RFID 관련기술 개발 2. 국가간 장벽없는 RFID 환경구축을 통한 통합 주파수 정책 추진

일본의 경우는 100여개의 컨소시엄이 구성되어 있고, RFID/USN 관련기술을 개발하고 있으며 유비쿼터스 ID 센터를 운영하며 IPv6에 대한 코드를 독자적으로 표준화를 진행하고 있다.

유럽에서는 국가간 통합주파수 정책을 추진하고 있다.

VI. 결론

RFID/USN 기술은 산업 전반의 발달과 더불어

그룹	그룹명	ISO/IEC	작업명	현단계	비고
SG1	Data 구분 표준	15961	Tag commands	IS	데이터 프로토콜
		15962	Data syntax	IS	
		24729	Data value domain interpretation and guideline	NP	
SG2	Tag 식별	15963	Tag 식별자	IS	Tag ID 식별
SG3	Air Interface (통신)	18000-1	Generic Parameters	IS	파라미터 규정
		18000-2	Below 135kHz	IS	가속관리 TC23/SC19
		18000-3	13.56MHz	IS	도서관리 JTC1/SC17
		18000-4	2.45GHz	IS	μ -chip 응용
		18000-6	860-960MHz	IS	유통물류
		18000-7	433MHz(Active)	IS	컨테이너 -100m
		24710	Elementary Tag Function	IS	Read Only(EPC)
ARP	적용기술	18001	APP, 요구사항	IS	적용조건 조사

여 매우 빠른 성장을 하고 있는 분야이다.

RFID/USN를 적용하고 있거나, 향후 도입하고자 하는 분야는 물류에서 가장 큰 효과를 볼 수 있을 것으로 판단되며, 제조공정, 재해, 보안, 방범등의 분야에 적용이 가능할 것이다.

RFID/USN이 빠른 성장을 지속적으로 하기 위해서는 각 나라마다 다르게 사용되는 주파수 대역을 통일하고, 프로토콜 등을 국제 표준화 하는 것이 시급한 과제이다. 또한, 주변 응용기술의 확보가 필요하며, 인터넷 네트워크 기술과의 접목을 통한 시장의 확대가 요구된다.

RFID/USN기술의 발전과, 응용기술의 발달에 따라 경제적, 고용정책, 그리고 국가 성장 동력과 맞물려 있으므로 기술의 도입에 따른 최대의 효과를 낼 수 있는 방안의 모색이 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] 미래기획위원회 “신성장동력 비전과 발전 전략”, 2009. 1. 13.
- [2] 한국정보통신기술협회, “USN기반 문화재 방재시스템 응용 요구사항 프로파일”, 2009.
- [3] 정보통신부, “RFID 프라이버시보호 가이드라인 해설서”, 2007.9.
- [4] 지식경제부, “2009년 1/4분기 RFID/USN 기업현황 및 경기실사지수 조사”, 2009.7.

저자소개



반 기 종

1995년 호서대학교 제어계측공학과 (학사)
 1998년 건국대학교 전기공학과 (석사)
 2006년 건국대학교 전기공학과 (박사)
 2008년 3월~현재 부천대학 전자과 강의전담교수

주관심 분야 : 전기안전진단, 고조파, Arc 검출 시스템,
 RFID/USN



원 영 진

1984년 광운대학교 전자공학과 (학사)
 1988년 광운대학교 전자공학과 (석사)
 1994년 광운대학교 전자공학과 (박사)
 1992년 3월~현재 부천대학 전자과 교수

주관심 분야 : 전력전자제어, 로봇제어, RFID