논문 2011-48IE-4-7

애완동물 인식을 위한 하이브리드 RFID 리더 개발

(Development of Hybrid RFID Reader to Recognize Pet)

최 성 식*, 김 문 갑*, 정 보 환*

(Seong-Sik Choi, Mun-Gab Kim, and Bo-Hwan Jung)

요 약

애완견의 사육 수가 해마다 증대됨에 따라 발생되는 문제점들을 해결하기 위해 정부와 지자체에서는 애완견 전자신분증 제도를 도입하고 있다. 애완견의 전자신분증으로 RFID 태그가 사용되고 있다. 애완견의 신분용 RFID 태그에는 일반적으로 두 개의 주파수 (134.2 KHz, 13.56 MHz)가 사용된다. RFID 태그 내의 정보는 RFID 리더로 읽는 데, 두 주파수를 읽을 수 있는 RFID 리더는 없다. RFID 태그에 사용되는 134.2 KHz용 RFID 리더는 대부분이 수입되고 있으며, 이 리더는 RFID 태그를 인식하는 반경이 짧고, 인식 방향이 제한적이라 사용에 불편함이 있다. 애완견 관리자는 RFID 리더로 읽은 RFID 태그 내 정보를 수작업으로 전산 입력하여 애완견에 대한 이력을 조회한다. 이 과정에서 관리자의 태그 정보 입력 오차가 발생할 수 있으며, 작업 시간이 많이 소요되어 효율적인 애완견 관리가 되지 않고 있다. 이 논문에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위해서 하이브리드 RFID 리더와 RFID 리더와 무선통신으로 연동되는 애완견 관리 프로그램을 개발하였다.

Abstract

In this paper, we introduce a hybrid RFID reader to recognize the pets. There is no the RFID reader to recognize a different types of frequency simultaneously. The RFID reader with 134.2 KHz has disadvantages with limited recognition radius and direction. The developed reader is dual-frequency RFID reader (134.2 KHz, 13.56 MHz) that is capable of identifying the pets with a different types of tags. The prototype model in the field test shows that the recognition coverage increases compared to the imported reader.

Keywords : RFID, reader, tag, pet, hybrid, program for pet management

Ⅰ. 서 론

핵가족화와 독신의 증가로 애완견을 키우는 가정이 늘어나고 있다. 현재 국내에는 약 640만 마리의 애완견이 있으며, 매년 약 15%이상 증가하고 있다. 그러나 애완견은 국내에서 한 해에 5만 마리가 고의로 버려지고 있는 것으로 추정되어, 사회적 문제로 대두되고 있다. 정부와 서울시 등 231개 지방자치단체에서는 동물보호조례 개정 등을 통해 애완견 등록을 의무화하고 있다. 애완견 유기 방지를 위하여 시행중인 개정 동물보호법에 따라 애완견은 외출할 경우 인식표 착용 및 목줄 착용을 의무화되고 있다[1]. 현재 애완견 관리를 위해 사용되는 '애완견 전자신분증제도'에는 RFID (Radio Frequency Identification) 태그를 이용한다. RFID 태그에 저장된 일정의 정보를 RFID 리더에서 인식하기 위하여 일련의 식별 정보를 일정한 주파수 대역을 사용하여 수신부를 통하여 RFID 리더로 전송한다. RFID 리더는 RFID 태그에 저장된 정보를 인식하여 피검출 대상의 다양한 정보 인식을 할 수 있다.

애완견 전자신분에 사용되는 RFID 태그는 두 종류로 분류된다. 하나는 유리형 RFID 태그가 애완견 몸에 주입하는 방법이고, 두 번째는 목걸이 형태의 RFID 태그가 있다. 일반적으로 유리 형 RFID 태그에 사용되는 주파수는 134.2 KHz이며, 목걸이형 RFID 태그에는 134.2 KHz 또는 13.56 MHz를 사용한다. RFID 태그의 종류

* 정회원, 용인송담대학
(Yong-In Songdam College)
접수일자: 2011년9월6일, 수정완료일: 2011년12월11일

는 애완견 주인의 성향과 애완견 전자신분제도를 도입하는 지자체에 의해 결정된다. 이러한 서로 다른 주파수를 사용하는 애완견을 효율적으로 관리하기 위해서 두 주파수를 하나의 RFID 리더로 읽을 수 있어야 된다. 현재 국내에서 많이 사용되고 있는 애완견용 RFID 태그를 읽을 수 있는 RFID 리더[4]는 해외에서 수입되고 있지만, 두 개의 주파수를 하나의 RFID 리더로 읽을 수 없다. 또한 수입되는 134.2 KHz 인식용 RFID 리더는 인식하는 반경이 짧고, 인식 방향이 제한적인 단점을 가지고 있다. 현 애완견 관리 시스템에서는 관리자가 애완견의 이력이나 관련 정보를 보기 위해서는 RFID 리더로 애완견에 부착된 RFID 태그를 읽은 일련의 식별 번호를 수작업으로 전산 입력한다. 이 과정에서 작업자의 실수가 발생될 수 있으며, 작업이 비효율적으로 되고 있다.

이 논문에서는 기존에 애완견용 RFID 태그를 읽는 RFID 리더의 단점을 개선하여, 애완견 관리에 사용되는 서로 다른 두 주파수를 읽을 수 있으면, 상대적으로 인식 반경이 확대된 하이브리드 RFID 리더 개발에 대해 기술한다. 또한 기존의 수작업으로 진행되는 애완견 관리 프로그램을 개선하여, 개발된 하이브리드 RFID 리더와 무선통신으로 연동하는 애완견 관리 프로그램도 개발하였다. 이 논문의 구성은 다음과 같다. Ⅱ. 본론에서는 애완견에 사용되는 RFID 태그와 RFID 리더에 대해 일반적인 내용과 이 논문에서 제시하는 하이브리드 RFID 리더와 관리 프로그램에 대해 설명하며, Ⅲ. 실험에서는 개발된 하이브리드 RFID 리더와 수입된 RFID 리더와 비교 실험하며, 개발된 RFID 리더와 연동되는 관리 프로그램에 대해 실험 결과에 대해 서술하며, 마지막으로 Ⅳ장에서는 결론에 대해 서술하였다.

Ⅱ. 본 론

1. RFID 시스템

무선인식 기술인 RFID 기술은 RF 신호를 이용하여 객체들을 식별하는 비접촉 기술이다. 다른 인식 시스템에 비해 많은 장점을 가지고 있는 RFID 시스템이 많이 활용되고 있다. RFID 시스템은 고유 정보를 저장하는 RFID 태그, 판독 및 해독 기능을 수행하는 RFID 리더, 안테나, 태그로부터 읽어 들인 데이터를 처리할 수 있는 호스트 컴퓨터, 응용 소프트웨어 및 네트워크로 구성된다 (그림 1). RFID 태그에는 수동형 (passive)과 능동형 (active)이 있다. 수동형 RFID 태그는 태그 내에 내장되어 있는 자료를 전송하기 위해 필요한 동력을 리더에서 보내는 무선에서 얻으며, 능동형 RFID 태그는 자체 내장되어 있는 건전지에서 동력을 얻는다. 능동형 태그가 수동형에 비해 더 넓은 읽기/쓰기가 가능한 영역을 갖는다. RFID 태그는 두 가지 기본형이 있다. 읽기만 가능한 형식의 경우, 태그의 내용은 태그가 공장에서 출하될 때 일정한 확인 내용 (일련번호, 신호)이 메모리에 저장되며, 읽기만 가능한 태그는 한번만 메모리 내용을 저장할 수 있다. 읽기/쓰기가 가능한 형식은 RF 신호를 통해 여러 번 메모리에 내용을 저장할 수 있다.

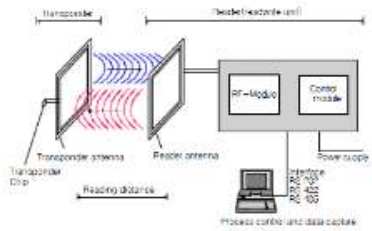


그림 1. 수동형 RFID 시스템의 구성[5]
Fig. 1. Component of passive type RFID system.

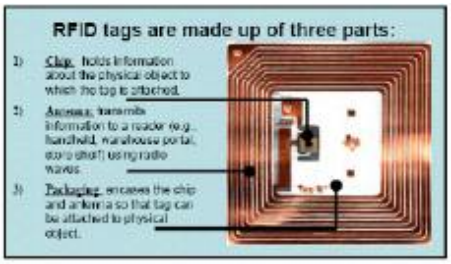


그림 2. RFID 태그 구성[5]
Fig. 2. Component of RFID tag.

일반적으로 리더는 제어기능과 태그의 연결 기능을 하는 무선 주파수 모듈을 가지고 있다. 대부분의 리더는 인터페이스 (유선, 무선 등)가 있어 수신된 데이터를 다른 시스템으로 송신한다. RFID 시스템의 데이터 운반 장치인 태그는 결합장치 (coupling element)와 마이크로칩으로 구성되어 있다.

2. 동물 인식용 유리형 태그[2],[3]

가축관리를 위한 전자 인식 시스템은 20여 년 전부터 도입되었으며, 현재 많은 국가들에서 적용되고 있다. 이 시스템은 가축의 질병 관리, 품질 관리 및 품종 관리 등에 응용되고 있다. 가축관리용 전자인식 시스템에 적용되는 통합된 데이터 전송 및 코딩 절차 표준은 1996년

그림 3. 유리형 RFID 태그(134.2kHz)
Fig. 3. Glass type RFID tag.

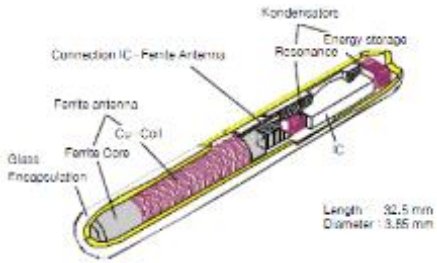


그림 4. 유리형 RFID 태그의 구성
Fig. 4. Component of glass type RFID tag.

ISO 표준 11784와 11784로 제정되었다. 사용주파수는 134.2 KHz와 FDX 및 SEQ 태그 모두 사용된다. 국내에서는 애완견 관리를 위한 태그로 목걸이와 유리형이 많이 사용되고 있다.

유리형 태그는 동물 인식 목적으로 동물의 피부에 주입될 수 있도록 개발되었다 (그림 3, 4). 약 12~32 mm의 유리 튜브는 반송파에 고정된 마이크로칩과 얻어진 공급 전류를 평활시키기 위한 칩 커패시터를 포함한다.

태그 코일은 페라이트 코어를 감는 약 0.3 mm 두께의 코일을 붙이게 된다. 태그는 피부조직 안에서 별도 조직이다. 유리형 태그는 동물의 피부 속에 있어 위치 확인에 문제가 있을 수 있으며, 태그를 판독하는데 문제가 있을 수 있다.

3. RFID 리더

RFID 리더는 RF 에너지를 이용해서 태그와 통신을 가능하게 해주는 무선 주파수 유닛을 가지고 있다. 이것은 손으로 휴대할 수 있는 형태나 고정되어 설치되어 있는 형태로 태그로부터 태그의 고유자료를 판독하는 기능을 한다. 읽고, 쓰기가 가능한 태그를 사용하는 경우 리더는 태그에 새로운 정보를 입력할 수 있다. 대부분의 리더는 표준 통신방식을 사용하여 호스트 컴퓨터와 통신을 한다.

애완동물 인식을 위하여 수입되고 있는 저주파

그림 5. 다양한 종류의 RFID 리더들
Fig. 5. Multiple RFID readers.

그림 6. 수입되고 있는 애완견 인식용 RFID 리더들
Fig. 6. Imported RFID readers to recognize of pets.

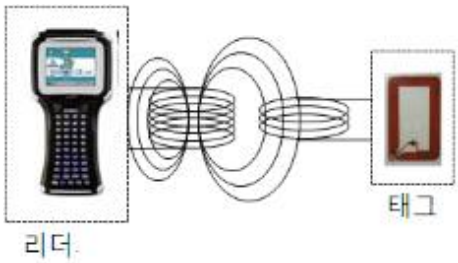


그림 7. 유도형 커플링 리더
Fig. 7. Induction coupling RFID reader.

(134.2 KHz)용 RFID 리더(그림 6)의 안테나는 그림 7과 같은 유도형 커플링을 적용하였으며, 리더 내 코일이 기판 위에 평면으로 결속되어 있다. 이로 인하여 태그를 인식하는 범위가 상대적으로 좁다.

좁은 인식 범위를 해결하는 방법 중 하나가 리더 내 안테나의 인덕턴스를 확대하는 것이다. 이 논문에서는 페라이트를 사용하였다. 페라이트는 강자성체로 상대투자율이 $\mu_r = 2000$ 정도의 크기이다[2]. 높은 투자율 μ을 갖는 페라이트 재질을 코일 속에 넣음으로써 상호 인덕턴스는 크게 증가할 수 있으며, 코일의 작은 단면에서 보상할 수 있다. 페라이트 안테나의 인덕턴스는 다음의 식에 따라 계산 할 수 있다.

$$L = \frac{\mu_0 \mu_{Ferrite} n^2 A}{l} \quad (1)$$

여기서, n은 코일의 권선 수이며, A는 페라이트의 단면이고, l은 페라이트의 길이이다.

애완동물 인식을 위한 RFID 리더에서 사용되는 저주파의 인식 범위를 확장하기 위해 이 논문에서는 그림 8과 같이 자기 커플링을 적용하여, 기존 도입 저주파용 RFID 리더의 단점인 인식 반경의 짧다는 점과 모든 방향에서 태그 데이터를 읽을 수 없다는 것을 극복하였다.

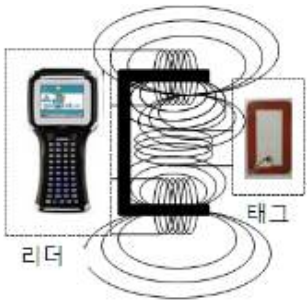


그림 8. 자기 커플링 리더
Fig. 8. Magnetic coupling RFID reader.

4. 개발 RFID 리더

이 논문에서는 저주파수에서 인식범위 확대와 전 방향으로 RFID 태그를 인식하기 위해 하이브리드 리더를 개발하였다. 개발 리더의 블록도는 그림 9와 같다. 하나의 제어기에 다른 두 주파수의 안테나와 수신기가 연결되어 있으면, 그림 10과 같이 개발되었다. 안테나의 주파수는 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$이다. 13.56 MHz 안테나는 그림 10에서와 같이 사각 루프형으로 1회 권선되어 있으며, 인덕턴스는

$$L = 4l_b \ln\left[\frac{2A}{a(l_b + l_c)}\right] + l_a \ln\left[\frac{2A}{a(l_a + l_c)}\right] + 2[a + l_c - (l_a + l_b)] \ (nH) \quad (2)$$

여기서 l_a는 안테나의 가로, l_b는 세로 길이, a는 안테나의 반경이며, 단위는 cm이다. 또한 $l_c = \sqrt{l_a^2 + l_b^2}$, $A = l_a \times l_b$이다.

개발하이브리드 RFID 리더는 송신안테나와 수신 안테나용으로 사용되는 코일의 굵기를 달리하였다. 송신부에서는 0.5Φ, 수신부에서는 0.2Φ를 사용했다. 13.56 MHz 주파수에 대해서는 기존과 같은 유도형 커플링을 사용했으며, 프로세서는 ATmega32를 사용하였다.

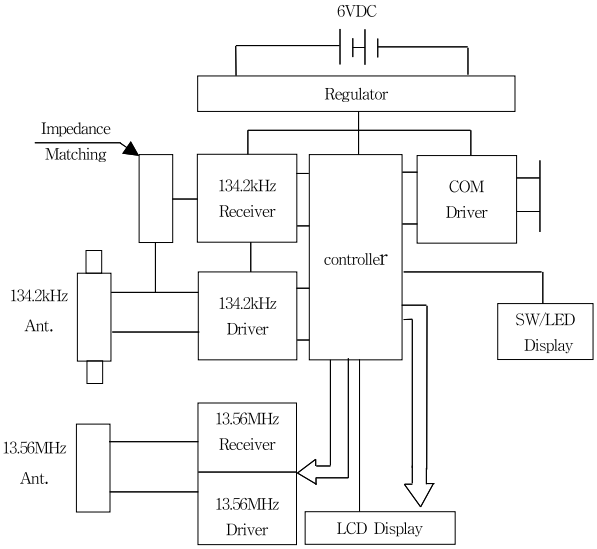


그림 9. 개발 시스템의 블록도
Fig. 9. Blockdiagram of developed hybrid RFID reader.

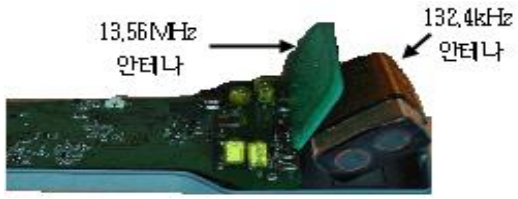


그림 10. 개발된 하이브리드 RFID 리더
Fig. 10. Developed hybrid RFID reader.

5. 애완견 관리 프로그램 개발

이 논문에서는 RFID 시스템 사용자에게 편리성을 제공하기 위해 리더와 호스트 컴퓨터간의 무선 통신 기능을 구현하였다. 현 애완동물 관리 시스템에서는 RFID 리더를 이용하여 애완견의 몸속에 있는 태그 고유 번호를 읽은 후, 운영자가 번호를 전산 입력을 한 후, 애완견에 대한 각종 정보를 호스트 컴퓨터에서 불려오는 방법으로 구성되어 있다 (그림 11). 이 과정에서 운영자가 실수로 태그의 고유 번호를 전산에 잘못 입력하는 경우가 발생되고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 이 논문에서는 RFID 리더와 애완동물 관리 시스템과 무선으로 접속하여 애완견의 정보를 자동으로 불려오는 RFID 리더에 무선통신 기능 (그림 12)과 애완견 관리 프로그램 (그림 13)을 개발하였다.

프로그램에는 애완견에 대한 각종 정보들을 관리할 수 있는 다양한 내용들이 있다. 이 프로그램은 고객관

그림 11. 애완동물 관리 시스템 운영 방법
Fig. 11. Operation method of pet management system.

그림 12. RFID 리더와 애완동물 관리 프로그램간 무선 통신
Fig. 12. Wireless communication RFID reader to Pet management program.

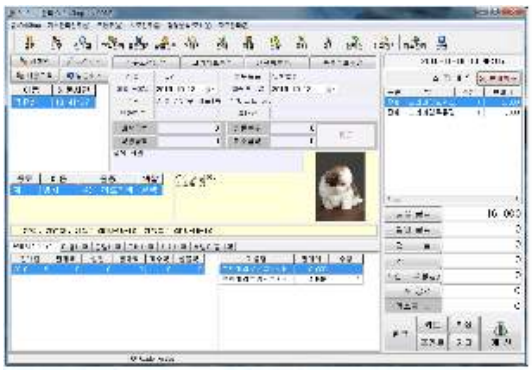


그림 13. 애완동물 관리 프로그램
Fig. 13. Pet management program.

리, 동물관리, 상품관리, 판매, 미용 등의 다양한 메뉴들이 있어 일반적으로 동물병원, 애견 매장 또는 지자체에서도 사용이 가능하다. 애완견에 부착되어 있는 RFID 태그를 RFID 리더가 읽으면, 등록된 애완견의 사진에 화면에 전시되며, 애완견의 특성과 특징도 전시되며, 주인이 애견 매장에서 구매한 품목과 금액이 화면에 전시된다.

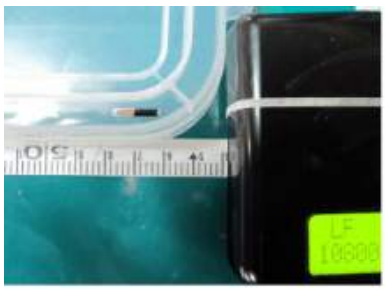
Ⅲ. 실 험

이 논문에서 제시하는 하이브리드 RFID 리더의 성능

(a) 유리형 RFID 태그 인식
Recognition glass type RFID tag

(b) 13.56MHz RFID 태그 불인식
Not recognition 13.56MHz RFID tag

그림 14. 수입 RFID 리더를 이용한 실험
Fig. 14. Experiment using imported RFID reader.



(a) 유리형 RFID 태그 인식
Recognition glass type RFID tag

(b). 13.56 MHz RFID 태그 인식
Recognition 13.56 MHz RFID tag

그림 15. 개발된 RFID 리더를 이용한 실험
Fig. 15. Experiment using developed RFID reader.

을 검증하기 위해, 국내에 도입되고 있는 애완견 관리용 저주파 RFID 리더와 성능을 비교하였다. 실험에는 유리형 태그와 13.56 MHz 주파수를 갖는 RFID 태그를 사용하였다. 유리형 태그를 실험했을 때, 도입된 RFID 리더와 개발된 하이브리드 RFID 리더는 각 인식 범위

표 1. 인식률 측정 결과
Table 1. Measurement result of RFID tag recognition.

태그	좌측면 인식	우 측면 인식
132.4 KHz 태그	100%	100%
13.56 MHz 태그	100%	100%

표 2. 소비전력 측정 결과
Table 2. Measurement result of RFID reader consumption power.

정격	소비전류	소비전력
6VDC	0.116A	0.69W

그림 16. 개발 하이브리드 RFID 리더의 성능 평가서
Fig. 16. Performance evaluation of developed hybrid RFID reader.

안에서는 잘 동작하였다. 도입 RFID 리더의 인식 반경은 약 3 cm이며, 방향은 360도가 되지 않았다 (그림 14 (a)), 개발된 하이브리드 RFID 리더의 인식 반경은 약 6 cm로 측정 되었으며, 방향은 360도이다 (그림 15 (a)). 그러나 13.56 MHz 주파수를 갖는 RFID 태그를 사용했을 경우는 도입 RFID 리더는 인식이 되지 않았으며 (그림 14 (b)), 개발된 하이브리더 RFID 리더는 태그를 인식하였다 (그림 14, 15). 실험 결과와 같이 개발된 하이브리드 RFID 리더는 애완견 전자신분증에 사용될 두 개의 주파수를 모두 인식할 수 있었다.

개발된 하이브리드 RFID 리더가 유리형 태그에서 인식 반경이 기존의 도입되는 RFID 리더보다 인식 반경이 넓은 이유는 리더 내부에 강자성체인 페라이트를 사용하였기 때문이다. 개발된 하이브리드 RFID 리더의 인식률과 인식 반경에 대한 실험 의뢰를 외부 실험 측정 전문 기관에 의뢰하였다 (그림 16). 그림 16에서와 같이 두 종류의 RFID 태그를 실험에 사용하였다. 실험 평가 결과에 대해 표 1에서는 인식율에 대한 실험 평가 결과이며, 표 2에서는 소비전력을 측정한 결과이다.

Ⅳ. 결 론

이 논문에서는 애완견 전자신분증제도에 따라 애완견 인식을 위해 사용되는 두 주파수를 읽을 수 있는 하이브리드 RFID 리더와 무선통신과 연동되는 애완견 관리 프로그램을 개발하였다. 개발된 하이브리드 RFID 리더는 사용자에게 편리성을 제공하기 위해 호스트 컴퓨터와 무선통신에 의해 정보를 교환할 수 있는 기능이 추가적으로 개발되었다. 개발된 하이브리드 RFID 리더는 기존의 단일 주파수를 읽을 수 있는 리더가 내포하고 있는 단점들을 개선하여, RFID 태그의 인식 반경을 확대하였으며, 인식은 전 방향에서 가능하였다. 개발된 하이브리드 RFID 리더의 RFID 태그 인식률은 100%이며, 소비 전력도 낮다. 이 리더와 무선 연동이 되는 관리 프로그램이 현재 사회적으로 문제로 대두되고 있는 유기견 문제를 해결하는 토대가 될 것이다.

참 고 문 헌

[1] 김문갑, 정보환, 전종복, 임형기, 박준향 “애완동물 인식을 위한 하이브리드 RFID 리더 개발,” 대한전자공학회 2010년도 하계종합학술대회. Vol. 17, No. 1, pp. 18-26, June 2010.
[2] Klaus Finkenzeller 저 이근호, 한호현, 강병권, 조영빈 역 RFID HANDBOOK, 영진닷컴, 2004.
[3] 빌 글로버, 히만슈 바트 저, 서환수 역, 실무자를 위한 RFID 이해와 활용, 한빛미디어, 2009.
[4] www.realtrace.com
[5] 백경갑, 주병권 “RFID 시장과 기술 동향,” Polymer Science and Technology. Vol. 17, No. 1, pp. 18-26, February 2006.

저 자 소 개

최 성 식(정회원)

1990년 TowsonState Univ. 수학과 이학사 졸업.
1998년 성균관대학교 기계공학 석사 졸업.
2009년～현재 명지대학교 산업경영공학과 박사과정
2002년～현재 용인송담대학
<주관심분야 : 산업경영공학, 기계설계>

정 보 환(정회원)

1987년 경북대학교 전자공학과 학사 졸업.
1992년 경북대학교 전자공학과 석사 졸업.
2006년 경북대학교 전자공학과 박사 졸업.
1992년 1월～1998년 2월 (주)대우중공업
1995년 9월～1997년 2월 TRW Inc. 다목적 실용 인공위성 1호기 개발 참여
1998년 3월～현재 용인송담대학 부교수
2008년 7월～2009년 2월 Visiting Scholar, Rutgers University
<주관심분야 : 레이더 표적 추적, 제어>

김 문 갑(정회원)

1990년 경북대학교 전자공학과 학사 졸업.
1992년 경북대학교 전자공학과 석사 졸업.
2000년 경북대학교 전자공학과 박사수료
1992년～2000년 (주)대우중공업
2000년～현재 용인송담대학 부교수
<주관심분야 : 컴퓨터비젼, 신호처리>