

IT NextWave Series I

유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심



RFID

HANDBOOK

이근호·한호현·강병권·조영빈 공역
정교일 감수

Fundamentals and Applications in Contactless
Smart Cards and Identification

비접촉 스마트 카드와 인식 시스템의 기초와 응용

SECOND EDITION

KLAUS FINKENZELLER

YoungJin.com **Y.**
영진닷컴

RFID - Handbuch by Klaus Finkenzeller

Copyright © 2002 Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, Munich/FRG

All rights reserved

Authorized translation from the original German language edition published by Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, Munich/FRG

Korean translation copyright © 2004 by Youngjin.com

Korean translation rights arranged with Carl Hanser Verlag through Eric Yang Agency, Seoul.

이 책은 한국어판 저작권은 에릭양 에이전시를 통한 Carl Hanser Verlag 사와의 독점계약으로 영진닷컴이 소유합니다. 저작권법에 의하여 한국 내에서 보호를 받는 저작물이므로 무단전재와 무단복제를 금합니다.

HITAG[®]와 MIFARE[®]는 Philips electronics N.V.의 등록 상표입니다.

LEGIC[®]는 Kaba Security Locking Systems AG의 등록 상표입니다.

MICROLOG[®]는 Idesco의 등록 상표입니다.

TIRIS[®]는 Texas Instruments의 등록 상표입니다.

TROVAN[®]은 AEG ID systems의 등록 상표입니다.

이 외의 상표는 각 회사의 등록 상표입니다.

Klaus Finkenzeller

- 전자공학, 통신공학 전공
- 89년부터 독일 뮌헨 'Giesecke & Devrient'社에서 하드웨어 및 소프트웨어 개발자로 활동
- 1994년 RFID-Systemen으로 독일공업회 국가 표준사업 프로젝트 공동연구 참여(ISO/IEC 14443, ISO/IEC 15693, ISO/IEC 10373-6, 7 획득)
- 1996년 서울 ISO 국제컨퍼런스 독일대표 참가
- 1997년 'Giesecke & Devrient'社 RFID-Systemen 기술책임자로 선임
- 1998년 RFID-Systemen 독일어판, 2000년 영어판, 2001년 중국어판 및 일본어판 발간

저자 : Klaus Finkenzeller

역자 : 이근호, 한호현, 강병권, 조영빈

기획 : 교육교재팀

책임 : 안동명

진행 : 강상원

편집/표지 : 니브미디어

역자 소개

이근호

이근호 박사는 현재 ICT 신기술 관련 전략기획 및 비즈니스 개발 컨설팅 전문업체인 R&BD의 대표이사로 한국산업기술대학교 겸임교수로 재직 중이다. 주요경력으로는 KT 기술본부 위촉전문위원, 한국전자지불포럼 연구위원, (주)한국무선네트워크 연구소장, (주)KMW 연구기획실장, 광운대학교 정보통신연구원 교수, 정보통신부 연구관, 메사추세츠 대학교, 조지아텍 전자공학과 초빙연구원을 역임했으며 존스 홉킨스 대학교에서 Ph.D.를 받았다. 저서로는 차세대 무선인터넷 기술, 역서로는 유비쿼터스 컴퓨팅 핸드북, 유비쿼터스 모바일 컴퓨팅이 있다(geunholee@korea.com).

한호현

한호현 기술사는 현재 RFID 관련 컨설턴트로 활약하고 있다. 주요 경력으로는 한국사이베이스 컨설턴트, 정보통신부 전산사무관을 지냈으며 정보통신기술사, 전자계산조직응용기술사, 정보관리기술사 등 정보통신 3대 분야의 기술사 자격증을 보유하고 있다. 서울대학교를 졸업하고 서강대학교에서 MBA를 받았다. 정보통신기술사협회 부회장겸 대변인, 한국전자지불포럼 IC카드진흥분과위원장, 건설교통부 자문위원 등으로 활동 중이며 역서로는 유비쿼터스 컴퓨팅 핸드북, 유비쿼터스 모바일 컴퓨팅이 있다(rhhan@hanmir.com).

강병권

강병권 교수는 1997년 9월부터 현재까지 순천향대학교 정보기술공학부 교수로 재직 중이며 1993년 2월 연세대학교에서 공학박사 학위 취득 후 1993년 3월부터 1997년 8월까지 한국전자통신연구원에서 CDMA 이동통신 기지국 개발에 참여하였다. 1996년 12월 특허기술상 지식영상을 수상한 바 있으며 저서로 정보전송 개론과 역서로 DSP 기초이론이 있다(bgkang@sch.ac.kr).

조영빈

조영빈 박사는 현재 IT 신기술 관련 전략기획 및 분석 컨설턴트로 활동하고 있다. RF/마이크로파 회로, 안테나 설계를 전문적으로 수행하며 다수의 유비쿼터스, RFID 관련 대기업 프로젝트 수행 경력이 있다. 주요경력으로는 경희대, 부천대학, 대림대학 등 강사, 전자부품연구원(KETI) 무선통신연구센터 위촉연구원, JKTi(주) 기획팀장, 중앙인터빌 개발팀장을 역임했으며 경희대학교에서 공학박사 학위를 받았다. 저서로는 알기 쉬운 80196 마이크로컨트롤러가 있으며, 다수의 RFID 및 무선통신 관련 특허 및 실용신안을 출원/등록하였다(ybch08@nate.com).

감수자 소개

정교일

정교일 박사는 현재 한국전자통신연구원 정보보호기반그룹장으로 재직 중이다. 차세대 IC카드 개발 등으로 RFID에 많은 관심을 가지고 있으며, 주요 경력으로는 ITU-T SG17 연구위원, 한국전자지불포럼의 표준화위원장, 과학기술연합대학원대학교 차세대정보보호 트랙의 책임교수, 대한전자공학회와 한국정보보호학회 등의 이사 및 논문 편집위원 등으로 활동하고 있고, International Who's Who 2003년판에 등재되었으며, 한양대학교에서 공학박사 학위를 받았다(kyoil@etri.re.kr).

저자 서문

이 책은 매우 넓은 독자층을 염두에 두고 있다. 그 중 무엇보다도 이 책은 RFID 기술을 처음 습득하려는 엔지니어와 학생을 고려하였다. 따라서 이러한 독자들을 위하여 RFID와 관련된 기술 및 정보기술의 기본원리를 몇 개의 장을 통하여 설명하였다. 또 이 책은 RFID 기술의 다양한 분야 및 가능한 애플리케이션에 대한 자세하고도 심도있는 고찰을 원하는 전문가들도 고려하고 있다.

이 책에서 알 수 있듯이 RFID 분야는 매우 다양하고 현존하는 개별적 참고자료 또한 매우 많아서, 한 권의 책으로 정리하는 과정에서 많은 노력과 시간이 요구되었다. 따라서 이 책은 초보자들이 개별적인 전문 참고문헌들을 이해하기 위한 중간 단계를 제공한다. 이 책의 유용성은 이미 일본어, 중국어 번역판이 출판되었음이 그 증거이다. RFID 핸드북의 독일어 원판에 대한 자세한 정보는 이 책의 홈페이지인 <http://RFID-handbook.de>에서 찾을 수 있다.

이 책은 실감 있는 이해를 돕기 위하여 매우 많은 그림과 도해를 사용하였다. 특히 RFID의 물리적 원리를 설명하는데 그림과 도해를 통하여 강조, 심층적 분석을 제공하고 있다. 또 실제 적용분야에 대해서도 심도 있는 소개를 하는데 소홀히 하지 않았다.

RFID 기술발전은 너무나도 빨라서 이 책에서 최근의 활발한 기술개발에 대한 모든 단계를 설명하지 못한다. 특히 최근의 시장, 표준화, 규제정책과 관련된 분야는 더욱더 그러하다. 특히 산업체로부터 많은 조언과 제시를 구하고자 한다. 하지만 이 책이 제공하는 기본 개념과 물리적 개념은 최근의 기술발전을 이해하는데 있어 여전히 좋은 바탕이 될 것이다.

이 책에서는 초판에서의 시장동향 부분은 삭제하였다. 그 이유는 이 분야의 발전(특히 트랜스폰더)이 너무 빠르고 역동적이어서 그 내용이 이 책이 출판될 무렵이면 이미 정확하지 못할 것이라는 우려 때문이다. 하지만 많은 시장이 예상하고 있는 분야인 UHF 대역(특히 유럽에서 그 활용이 증대되고 있는 868 MHz 대역의 사용허가에 따라)과 마이크로파 대역 관련 분야의 물리적 원리의 소개에 있어서는 더욱 자세히 설명하였다(4.2 절). 또 최근의 표준화 동향에 관한 부분에는 더 많은 지면을 할애하였다.

끝으로 이 책을 위하여 기술 데이터, 강의 노트, 그림, 사진을 제공한 많은 분들께 감사 드린다.

Klaus Finkenzeller
Munich, Summer 2002

역자 서문

유비쿼터스 컴퓨팅은 컴퓨팅의 주체가 사람에서 사람과 사물을 포함한 모든 것으로 바뀌는 패러다임의 변화라고 할 수 있다. 유비쿼터스(Ubiquitous)라는 단어의 의미대로 언제 어디서나 존재하는, 즉 상호 네트워크로 연결·편재된 컴퓨터의 의미에서 본다면 단순히 컴퓨팅 환경의 확장 및 확대된 개념으로도 볼 수 있다. 그러나 물리 공간에 존재하는 모든 것(사물, 기계, 식물, 동물, 사람 등)에 컴퓨팅과 통신 능력을 갖는 ‘유비쿼터스 칩’을 심고, 서로 네트워크로 연결해 전자공간과 융합되어진 ‘유비쿼터스 공간(환경)’을 창출한다는 유비쿼터스 컴퓨팅 개념은 단순한 컴퓨팅 환경의 확장 그 이상이다. 즉 새로운 공간(환경)의 창조라고 할 수 있다.

유비쿼터스 컴퓨팅은 다양한 애플리케이션에 접속하거나 애플리케이션을 제공해 줄 것이고, 더 나아가 우리 삶의 일부로 자리 잡을 것이다. 즉 미래 IT 환경은 바로 유비쿼터스 환경이 될 것이다.

이러한 ‘유비쿼터스 환경’의 특성은 전통적 ITT(Information & Telecommunications Technology) 비즈니스 시스템에 혁신적 변화를 가져와 현재의 지식경제를 새로운 차원으로 끌어올리는 유비쿼터스 비즈니스에 기반한 ‘유비쿼터스 신경계’를 형성할 것이다. 이러한 유비쿼터스 신경계는 기술, 비즈니스, 산업의 접목과 융합에 의한 새로운 (공간) 가치와 재화의 창출을 그 특성으로 할 것이다. 즉 유비쿼터스 컴퓨팅을 기반으로 일상생활의 사물들, 어플라이언스, 상품들, 기업의 생산, 물류, 판매, 고객관리 등의 비즈니스 프로세스를 구성하는 기기나 시스템들이 모두 지능화 되고 네트워크로 연결됨으로써 매우 다양한 새로운 비즈니스를 출현시킬 것이다. 이러한 유비쿼터스 비즈니스는 단순한 상거래뿐만 아니라 일반적인 기업경영, 공급망관리, 고객관계관리, 자산관리, 현장인력관리, 지식관리, 유통관리, 안전관리 등 거의 모든 비즈니스 활동에 혁신적으로 적용될 수 있어 이와 관련된 기술과 상품이 미래 IT 시장을 주도 할 것이다.

이 모든 유비쿼터스 컴퓨팅 혁명의 단초가 되는 핵심이 RFID 이다.

“TV와 전화기가 말을 한다?”

이 말은 최근에 매체에 오르내리는 M2M(machine to machine) 혹은 T2T(thing to thing)에 관한 비유적 표현이다. SF 영화에나 나올 법한 이러한 상황이 최근 IT비즈니스의 새로운 이

슈로 등장하고 있는 것이다. 유비쿼터스 컴퓨팅에 관한 개념이 화두가 되고 있는 시점에서 그 세부적 사항들에 관한 내용들이 속속 알려지고 있는데, 그 변혁의 핵심에 놓여 있는 것이 M2M 혹은 T2T 개념이다. M2M은 기계들과 우리의 일상 생활 속에 널리 퍼져있는 기기들의 네트워킹에 관한 것으로서 M2M 통신은 컴퓨터의 본체에서부터 일상의 물건들까지 모두 연결하고 사용이 가능하도록 해줄 것이며 새로운 차원의 스마트 서비스와 유비쿼터스 상거래를 가능하게 할 것이다. RFID는 비접촉식(Contact-less)이고 비가시선(non-line-of-sight)의 데이터 수취 기술로써 초소형 IC 칩에 식별정보를 입력하고 무선주파수를 이용하여 이 칩을 지닌 물체, 동물, 사람 등을 판독, 추적, 관리할 수 있기 때문에 M2M에서 위치추적 및 상황인식을 가능케 하는 역할을 하게 되어 이러한 새로운 개념의 비즈니스 개념을 실현시켜줄 수 있는 핵심이 되는 것이다.

본서는 RFID에 관한 핵심 기술 및 다양한 애플리케이션을 설명하는 전세계적으로 유일한 책으로 이 분야에 관심을 두고 있는 모든 분들에게 유용한 정보를 제공할 것이다.

2004년 2월 20일

역자일동

감수자 서문

RFID는 말 그대로 무선을 이용한 ID인식 기술로, 그 개념은 오래 전부터 알려져 있었다. RFID Handbook은 RFID를 체계적으로 분석하고 정리한 책으로 2002년도에 발간된 2차 개정판이다. 이 책은 RFID의 기본 이론부터 주파수 규정, 부호화 및 변복조 방법, 무결성과 정보 보호, 국제 표준, 단말기와 응용 서비스 등 전반적인 내용을 기술한 것이다.

그 동안의 산업화는 우리의 생활에 많은 발전을 가져왔다. 이제는 그러한 발전보다 더 큰 변화가 정보통신 기술의 발전으로 야기되었으며, 이는 더더욱 우리의 삶을 많이 변화시킬 것이다. 과거 수동적인 형태로 하나하나 확인을 했던 것에 대하여 RFID라는 자동화 툴에 의하여 이루어질 것이다. 예를 들면, 회사의 출입통제, 교통카드, 학교의 강의 출석 확인 등 우리가 소유하고 다니면서 활용하는 경우와 공장에서의 물품 관리, 도서관에서의 서적 관리, 우편물 분리 등 사물에 부착하여 사용하는 경우 등 다양한 응용이 존재한다. RFID는 이미 우리나라 사람들에게는 상당히 가까이 존재하는 기술이다.

이 책은 교통 또는 티켓 발매 등 대금 지불과 관련하여 정보 보호에 대한 필요성도 언급하여 전반적인 이해를 돕고 있다. 또, 세계적으로도 RFID에 관한 표준화가 급속하게 진행되고 있음을 알려주고 있다. 세계적으로 ISO를 중심으로 많은 부분의 표준화가 진행되었고, 일부 진행중인 부분도 있다.

우리가 RFID 관련되는 기술을 보다 많이 보유하여야 하는 점과 이제는 국내 시장만을 보고 개발할 것이 아니라 세계 시장을 우리의 것으로 만들어야 하는 보다 큰 의지가 필요하다. 기술개발과 함께 국제 표준화 활동 등은 더 큰 시장을 확보하기 위한 한 방법으로 여겨지며, 이를 위한 방법으로 이 책의 숙독을 권하고 싶다. 향후, 우리의 기술 확보와 시장 확보를 위해서 RFID를 이용한 새로운 비즈니스 모델을 개발하고, 앞으로 우리 사회에 도래하게 될 유비쿼터스 사회를 기약하기 위함이다.

이 책의 번역을 위하여 고생하신 이근호 박사님을 비롯한 한호현 기술사님, 강병권 교수님, 조영빈 박사님의 노고에 감사드리며 또, 이 책이 발간되기까지 여러 어려운 업무를 매끄럽게 처리해주신 영진닷컴 사장님과 사원 여러분에게도 깊은 감사를 드린다.

한국전자통신연구원
정보보호기반연구그룹장
정교일

Contents

저자 서문
역자 서문
감수자 서문
약어 리스트

1	개요	1
1.1	자동 인식 시스템	2
1.1.1	바코드 시스템	2
1.1.2	광학 문자 인식	3
1.1.3	생체 인식	4
	1.1.3.1 음성 인식	4
	1.1.3.2 지문 인식	4
1.1.4	스마트 카드	5
	1.1.4.1 메모리 카드	5
	1.1.4.2 마이크로프로세서 카드	6
1.1.5	RFID 시스템	6
1.2	다른 인식 시스템과의 비교	7
1.3	RFID 시스템의 구성요소	7
2	RFID 시스템의 차별화 특성	11
2.1	기본적인 차별화 특성	11
2.2	트랜스폰더 구조와 형태	14
2.2.1	디스크와 동전형	14
2.2.2	유리 하우징	14
2.2.3	플라스틱 하우징	14
2.2.4	도구 및 가스통 인식	15
2.2.5	열쇠와 열쇠 고리(Key fobs)	17
2.2.6	시계	18
2.2.7	ID-1 형태, 비접촉 스마트 카드	18
2.2.8	스마트 라벨	19
2.2.9	코일온칩(Coil-on-chip)	20
2.2.10	다른 형태들	21
2.3	주파수, 인식 범위 및 결합	22
2.4	트랜스폰더에서의 정보 처리	23
2.4.1	저기능 시스템(Low-end systems)	23
2.4.2	중기능 시스템 (Mid-range Systems)	24
2.4.3	고기능 시스템(High-end systems)	25
2.5	RFID 시스템에 대한 선택 기준	25

2.5.1	동작 주파수	26
2.5.2	인식 거리	26
2.5.3	보안 요구사항	27
2.5.4	메모리 용량	28
3	기본 동작 원리	29
3.1	1-bit 트랜스폰더	29
3.1.1	무선 주파수 방식(RF : Radio frequency)	30
3.1.2	마이크로파 방식	33
3.1.3	주파수 분배기(Frequency divider)	35
3.1.4	전자기 방식(Electromagnetic types)	36
3.1.5	음향자기(acoustomagnetic)	37
3.2	전이중 및 반이중 방식	40
3.2.1	유도성 결합	41
3.2.1.1	수동형 트랜스폰더로의 전원 공급	41
3.2.1.2	트랜스폰더로부터 리더로의 데이터 전송	42
3.2.2	전자기 역산란 결합	47
3.2.2.1	트랜스폰더로의 전력 공급	47
3.2.2.2	리더로의 데이터 전송	49
3.2.3	밀접 결합	49
3.2.3.1	트랜스폰더로의 전력 공급	49
3.2.3.2	트랜스폰더로부터 리더로의 데이터 전송	50
3.2.4	전기적 결합	51
3.2.4.1	수동형 트랜스폰더로의 전력 공급	51
3.2.4.2	트랜스폰더로부터 리더로의 데이터 전송	53
3.2.5	리더로부터 트랜스폰더로의 데이터 전송	53
3.3	순차적 방식	54
3.3.1	유도성 결합	54
3.3.1.1	트랜스폰더로의 전력 공급	54
3.3.1.2	FDX/HDX 와 SEQ 시스템간의 비교	54
3.3.1.3	트랜스폰더로부터 리더로의 데이터 송신	56
3.3.2	표면 음향파 트랜스폰더	57
4	RFID 시스템의 물리적 이론	61
4.1	자계	61
4.1.1	자계강도 H	61
4.1.1.1	도체 루프에서의 자계강도 $H(x)$ 의 경로	62
4.1.1.2	최적의 안테나 반경	65
4.1.2	자기선속과 자기선속밀도	66
4.1.3	인덕턴스 L	67
4.1.3.1	도체 루프의 인덕턴스	68
4.1.4	상호 인덕턴스 M	68
4.1.5	결합계수(Coupling coefficient) k	70
4.1.6	패러데이 법칙(Faraday's law)	71
4.1.7	공진(Resonance)	73

4.1.8	트랜스폰더의 실질적 동작	78
4.1.8.1	트랜스폰더의 전력 공급	78
4.1.8.2	전압 정류	78
4.1.9	판독 자계강도 H_{\min}	80
4.1.9.1	송수신 시스템의 에너지 영역	82
4.1.9.2	리더의 판독 영역	84
4.1.10	전체 트랜스폰더 - 리더 시스템	86
4.1.10.1	변환된 트랜스폰더 임피던스 Z_T	88
4.1.10.2	Z_T 의 변동요인	90
4.1.10.3	부하 변조	97
4.1.11	시스템 요소의 측정	103
4.1.11.1	결합 계수 k 의 측정	103
4.1.11.2	트랜스폰더 공진주파수의 측정	105
4.1.12	자성물질	106
4.1.12.1	자성물질과 페라이트의 특성	107
4.1.12.2	LF 트랜스폰더에서의 페라이트 안테나	108
4.1.12.3	금속 환경에서의 페라이트 차폐	109
4.1.12.4	금속에서 트랜스폰더의 고정	110
4.2	전자기파	111
4.2.1	전자기파의 발생	111
4.2.1.1	도체 루프에서의 근거리 장에서 원거리 장으로 변환	112
4.2.2	방사밀도 S	114
4.2.3	특성 파동 임피던스와 전계강도 E	115
4.2.4	전자기파의 편파	116
4.2.4.1	전자파의 반사	117
4.2.5	안테나	119
4.2.5.1	이득과 지향성 효과	119
4.2.5.2	EIRP와 ERP	120
4.2.5.3	입력 임피던스	121
4.2.5.4	유효 개구면과 산란 개구면	121
4.2.5.5	유효 길이	124
4.2.5.6	다이폴 안테나	125
4.2.5.7	야기-우다(Yagi-Uda) 안테나	127
4.2.5.8	패치 또는 마이크로스트립 안테나	128
4.2.5.9	슬롯 안테나	130
4.2.6	마이크로파 트랜스폰더의 실질적인 동작	131
4.2.6.1	트랜스폰더의 등가회로	131
4.2.6.2	수동형 트랜스폰더의 전력 공급	133
4.2.6.3	능동형 트랜스폰더의 전력 공급	140
4.2.6.4	반사와 상쇄	141
4.2.6.5	트랜스폰더의 감도	142
4.2.6.6	변조된 역산란	143
4.2.6.7	읽기 범위	145
4.3	표면파	148

4.3.1	표면파의 생성	148
4.3.2	표면파의 반사	150
4.3.3	SAW 트랜스폰더의 기능도(그림 4.95)	151
4.3.4	센서 효과 153	
4.3.4.1	반사 지연 선로	154
4.3.4.2	공진 센서	155
4.3.4.3	임피던스 센서	157
4.3.5	스위치 센서	159
5	주파수 범위와 무선 허가 규제	161
5.1	주파수 사용 범위	161
5.1.1	9-135 kHz 주파수 범위	161
5.1.2	6.78 MHz 주파수 대역	163
5.1.3	13.56 MHz 주파수 대역	163
5.1.4	27.125 MHz 주파수 대역	163
5.1.5	40.680 MHz 주파수 대역	165
5.1.6	433.920 MHz 주파수 대역	165
5.1.7	869.0 MHz 주파수 대역	166
5.1.8	915.0 MHz 주파수 대역	166
5.1.9	2.45 GHz 주파수 대역	166
5.1.10	5.8 GHz 주파수 대역	166
5.1.11	24.125 GHz 주파수 대역	166
5.1.12	유도성 결합 RFID 시스템에 적합한 주파수의 선택	167
5.2	유럽 허가 규정	169
5.2.1	CEPT/ERC REC 70-03	169
5.2.1.1	부록 1: 용도가 명시되지 않은 단거리 기기들	170
5.2.1.2	부록 4: 철도 애플리케이션	171
5.2.1.3	부록 5: 도로 운송 및 교통 텔레메틱스	172
5.2.1.4	부록 9: 유도성 애플리케이션	172
5.2.1.5	부록 11: RFID 애플리케이션	172
5.2.1.6	868 MHz 주파수 범위	173
5.2.2	EN 300 330: 9 kHz-25 MHz	173
5.2.2.1	반송파 전력- H 필드 송신기용 한계치	174
5.2.2.2	스푸리어스 방사	175
5.2.3	EN 300 220-1, EN 300 220-2	175
5.2.4	EN 300 440	176
5.3	유럽의 국가별 허가 규정	177
5.3.1	독일	177
5.4	국가별 허가 규정	179
5.4.1	미국	179
5.4.2	향후 개발: 미국-일본-유럽	180
6	코딩과 변조	183
6.1	기저 대역에서의 코딩	184
6.2	디지털 변조 과정	186

6.2.1	Amplitude Shift Keying(ASK)	186
6.2.2	2 FSK	189
6.2.3	2 PSK	190
6.2.4	부반송파를 이용한 변조 과정	191
7	데이터 무결성	195
7.1	체크섬 프로시저	195
7.1.1	패리티 체크	195
7.1.2	LRC 프로시저	196
7.1.3	CRC 프로시저	197
7.2	다중접속 과정 - 충돌 방지	200
7.2.1	공간 분할 다중접속(SDMA)	202
7.2.2	주파수 분할 다중접속(FDMA)	204
7.2.3	시간 분할 다중접속(TDMA)	205
7.2.4	충돌 방지 기술의 예	206
7.2.4.1	ALOHA 프로시저	206
7.2.4.2	슬롯 ALOHA 프로시저(Slotted ALOHA procedure)	208
7.2.4.3	이진 검색 알고리즘	212
8	데이터 보안	221
8.1	상호 대칭 인증	221
8.2	계산하여 구한 키를 사용하는 인증	223
8.3	암호화된 데이터 전달	224
8.3.1	스트림 암호화	225
9	표준화	229
9.1	동물 인식	229
9.1.1	ISO 11784 - 코드 구조	229
9.1.2	ISO 11785 - 기술적 개념	230
9.1.2.1	요구 조건	230
9.1.2.2	전이중/반이중 시스템	232
9.1.2.3	순차 시스템	232
9.1.3	ISO 14223 - 향상된 트랜스폰더	233
9.1.3.1	Part 1 - 무선 접속	233
9.1.3.2	Part 2 - 코드와 명령어 구조	234
9.2	비접촉 스마트 카드	236
9.2.1	ISO 10536 - 밀접(close) 결합 스마트 카드	237
9.2.1.1	Part 1 - 물리적 특성	238
9.2.1.2	Part 2 - 결합 영역의 크기와 위치	238
9.2.1.3	Part 3 - 전자 신호와 리셋 과정	238
9.2.1.4	Part 4 - 리셋에 대한 응답과 전송 프로토콜	239
9.2.2	ISO 14443 - 근접(Proximity) 결합 스마트 카드	240
9.2.2.1	Part 1 - 물리적 특성	240
9.2.2.2	Part 2 - 무선 주파수 간섭	240
9.2.2.3	Part 3 - 초기화와 충돌 방지	245
9.2.2.4	Part 4 - 전송 프로토콜	251

9.2.3	ISO 15693 – 인접(vicinity) 결합 스마트 카드	256
9.2.3.1	Part 1 – 물리적 특성	256
9.2.3.2	Part 2 – 무선 인터페이스와 초기화	256
9.2.4	ISO 10373 – 스마트 카드에 대한 시험 방법	260
9.2.4.1	Part 4 – 밀접 결합 스마트 카드를 위한 시험 방법	261
9.2.4.2	Part 6 – 근접 결합 스마트 카드	261
9.2.4.3	Part 7 – 인접 결합 스마트 카드를 위한 시험 과정	264
9.3	ISO 69873 – 장비와 클램핑 기구를 위한 데이터 캐리어	265
9.4	ISO 10374 – 컨테이너 인식	265
9.5	VDI 4470 – 상품에 대한 도난 방지 시스템	265
9.5.1	Part 1 – 검출 게이트 – 사용자를 위한 조사 기준	265
9.5.1.1	오류 경보율의 확인	266
9.5.1.2	검출률의 확인	267
9.5.1.3	VDI 4470에서의 형식	267
9.5.2	Part 2 – 비활성화 장비와 사용자를 위한 감시 요령	268
9.6	아이템 관리	268
9.6.1	ISO 18000 시리즈	268
9.6.2	GTAG 이니셔티브	269
9.6.2.1	GTAG 전송 계층(물리 계층)	270
9.6.2.2	GTAG 통신과 애플리케이션 계층	271
10	전자 데이터 캐리어 기술	273
10.1	메모리 기능을 갖는 트랜스폰더	273
10.1.1	HF 인터페이스	273
10.1.1.1	예제 회로 – 부반송파를 갖는 부하 변조	274
10.1.1.2	예제 회로 – ISO 14443 트랜스폰더에 대한 HF 인터페이스	276
10.1.2	어드레스와 보안 로직	278
10.1.2.1	상태 머신(state machine)	279
10.1.3	메모리 기술	280
10.1.3.1	읽기 전용 트랜스폰더	280
10.1.3.2	쓰기 가능한 트랜스폰더	281
10.1.3.3	암호화 기능이 있는 트랜스폰더	281
10.1.3.4	세그먼트 메모리	284
10.1.3.5	MIFARE® 애플리케이션 디렉토리	286
10.1.3.6	이중 포트(Dual Port) EEPROM	289
10.2	마이크로프로세서	292
10.2.1	이중 인터페이스 카드	293
10.2.1.1	MIFARE® 플러스	295
10.2.1.2	이중 인터페이스 카드를 위한 현대적 개념	296
10.3	메모리 기술	298
10.3.1	RAM	299
10.3.2	EEPROM	299
10.3.3	FRAM	300
10.3.4	FRAM과 EEPROM의 성능 비교	302
10.4	물리적 변수의 측정	302

10.4.1	센서 기능을 갖는 트랜스폰더	302
10.4.2	마이크로파 트랜스폰더를 이용한 측정	303
10.4.3	표면파 트랜스폰더에서 센서 효과	305
11	리더	309
11.1	애플리케이션에서의 데이터 흐름	309
11.2	리더의 구성 요소	309
11.2.1	HF 인터페이스	311
11.2.1.1	유도성으로 결합된 시스템, FDX/HDX	312
11.2.1.2	마이크로웨이브 시스템 - 반이중 방식	313
11.2.1.3	순차 시스템 - SEQ	314
11.2.1.4	SAW 트랜스폰더를 위한 마이크로파 시스템	315
11.2.2	제어 유닛	316
11.3	저가의 구성 - 리더 IC U2270B	317
11.4	유도성 시스템에 대한 안테나 연결	319
11.4.1	전류 정합을 사용한 연결	320
11.4.2	동축 케이블을 통한 공급	322
11.4.3	Q 값의 영향	325
11.5	리더 설계	326
11.5.1	OEM 리더	326
11.5.2	산업용으로 사용되는 리더	327
11.5.3	휴대 가능한 리더	328
12	트랜스폰더와 비접촉 스마트 카드의 제작	329
12.1	유리 및 플라스틱 트랜스폰더	329
12.1.1	모듈 제조	329
12.1.2	반제품 트랜스폰더	330
12.1.3	완성	332
12.2	비접촉 스마트 카드	332
12.2.1	코일 제작	333
12.2.2	연결 기술	336
12.2.3	박판	338
13	적용 사례	341
13.1	비접촉 스마트 카드	341
13.2	대중교통	342
13.2.1	시작 시점	343
13.2.2	필요 사항	344
13.2.2.1	트랜잭션 시간	344
13.2.2.2	훼손보안, 수명, 편리성	344
13.2.3	RFID 시스템의 장점	345
13.2.4	전자 지불을 이용한 요금시스템	346
13.2.5	시장 잠재력	346
13.2.6	적용사례	347
13.2.6.1	한국 - 서울	347

	13.2.6.2 독일 뤼넨버그, 올덴버그	349
	13.2.6.3 EU 프로젝트 ICARE 와 CALYPSO	350
13.3	발권	354
	13.3.1 루프트한자 마일리지 및 부가기능 카드	354
	13.3.2 스키 티켓	356
13.4	출입 통제	357
	13.4.1 온라인 시스템	357
	13.4.2 오프라인 시스템	358
	13.4.3 트랜스폰더	360
13.5	교통 시스템	361
	13.5.1 Eurobalise S21	361
	13.5.2 국제 컨테이너 운송	363
13.6	동물 인식	364
	13.6.1 가축 관리	364
	13.6.2 우편 비둘기 경주	367
13.7	전자 잠금 장치(Electronic Immobilisation)	371
	13.7.1 잠금 시스템(Immobilisation system)의 기능	372
	13.7.2 성공 사례	375
	13.7.3 전망	376
13.8	컨테이너 인식	376
	13.8.1 가스통과 화학 컨테이너	376
	13.8.2 쓰레기 처리	378
13.9	스포츠 경기	379
13.10	산업 자동화	381
	13.10.1 도구 인식	381
	13.10.2 산업공정	385
	13.10.2.1 RFID 시스템 사용의 장점	387
	13.10.2.2 알맞은 RFID 시스템의 선택	388
	13.10.2.3 실제 사례	389
13.11	의료 분야	392
14	부록	395
14.1	연락처, 협회, 기술 간행물	395
	14.1.1 산업 협회	395
	14.1.2 기술 간행물	399
	14.1.3 인터넷상의 RFID	400
14.2	관련표준 및 규정들	402
	14.2.1 표준과 규정의 근거	407
14.3	참고 문헌	408
14.4	인쇄 회로 기판(PCB) 레이아웃	416
	14.4.1 ISO 14443과 부합하는 테스트 카드	416
	14.4.2 필드 발생기 코일(Field Generator coil)	417

INDEX

역자 소개 / 감수자 소개

약어 리스트

μP	Microprocessor
μs	Microsecond (10 ⁻⁶ seconds)
ABS	Acrylnitrilbutadienstyrol
ACM	Access Configuration Matrix
AFC	Automatic Fare Collection
AFI	Application Family Identifier (see ISO 14443-3)
AI	Application Identifier
AM	Amplitude Modulation
APDU	Application Data Unit
ASIC	Application Specific Integrated Circuit
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ASK	Amplitude Shift Keying
ATQ	Answer to Request (ATQA, ATQB: see ISO 14443-3)
ATR	Answer to Reset
AVI	Automatic Vehicle Identification (for Railways)
BAPT	Bundesamt für Post und Telekommunikation
Bd	Baud, transmission speed in bit/s
BGT	Block Guard Time
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung (Ministry for Education and Research, was BMFT)
BP	Bandpass filter
C	Capacitance (of a capacitor)
CCG	Centrale für Coorganisation GmbH (central allocation point for EAN codes in Germany)
CEN	Comité Européene de Normalisation
CEPT	Conférence Européene des Postes et Télécommunications
CICC	Close Coupling Integrated Circuit Chip Card
CIU	Contactless Interface Unit (transmission/receiving module for contactless microprocessor interfaces)
CLK	Clock (timing signal)

CRC	Cyclic Redundancy Checksum
CCITT	Comite Consultatif International Télégraphique et Telephonique
dBm	Logarithmic measure of power, related to 1 mW HF-power (0 dBm = 1 mW, 30 dBm = 1 W)
DBP	Differential Bi-Phase encoding
DIN	Deutsche Industrienorm (German industrial standard)
EAN	European Article Number (barcode on groceries and goods)
EAS	Electronic Article Surveillance
EC	Eurocheque or electronic cash
ECC	European Communications Committee
EDI	Electronic Document Interchange
EEPROM	Electric Erasable and Programmable Read-Only Memory
EMC	Electromagnetic Compatibility
EOF	End of Frame
ERC	European Radiocommunications Committee
ERM	Electromagnetic Compatibility and Radio Spectrum Matters
ERO	European Radiocommunications Organisation
ERO	European Radio Office
ERP	Equivalent Radiated Power
ETCS	European Train Control System
ETS	European Temecommunication Standard
ETSI	European Temecommunication Standard Institute
EVC	European Vital Computer (part of ETCS)
FCC	Federal Commission of Communication
FDX	Full-Duplex
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum
FM	Frequency modulation
FRAM	Ferroelectric Random Access Memory
FSK	Frequency Shift Keying
GSM	Global System for Mobile Communication (was Groupe Spécial Mobile)
GTAG	Global-Tag (RFID Initiative of EAN and the UCC)
HDX	Half-Duplex
HF	High Frequency (3. . .30 MHz)
I2C	Inter-IC-Bus
ICC	Intergrated Chip Card
ID	Identification

ISM	Industrial Scientific Medical (frequency range)
ISO	International Organization for Standardization
L	Loop (inductance of a coil)
LAN	Local Area Network
LF	Low Frequency (30. . .300 kHz)
LPD	Low Power Device (low power radio system for the transmission of data or speech over a few hundred metres)
LRC	Longitudinal Redundancy Check
LSB	Least Significant Bit
MAD	MIFARE® Application Directory
MSB	Most Significant Bit
NAD	Node Address
nomL	Non-public mobile land radio (industrial radio, transport companies, taxi radio, etc.)
NRZ	Non-Return-to-Zero Encoding
NTC	Negative Temperature Coefficient (thermal resistor)
NVB	Number of Valid Bits (see ISO 14443-3)
OCR	Optical Character Recognition
OEM	Original Equipment Manufacturer
OTP	One Time programmable
PC	Personal Computer
PCD	Proximity Card Device (see ISO 14443)
PICC	Proximity Integrated Contactless Chip Card (see ISO 14443)
PKI	Public Key Infrastructure
PMU	Power Management Unit
PP	Plastic Package
PPS	Polyphenylensulfide
PSK	Phase Shift Keying
PUPI	Pseudo Unique PICC Identifier (see ISO 14443-3)
PVC	Polyvinylchloride
R&TTE	Radio and Telecommunication Terminal Equipment (The Radio Equipment and Telecommunications Terminal Equipment Directive (1999/5/EC))
RADAR	Radio Detecting and Ranging
RAM	Random Access Memory
RCS	Radar Cross-Section
REQ	Request
RFID	Radio Frequency Identification

RFU	Reserved for Future Use
RTI	Returnable Trade Items
RTI	Road Transport Information System
RTTT	Road Transport & Traffic Telematics
RWD	Read Write Device
SAM	Security Authentication Module
SAW	Surface Acoustic Wave
SCL	Serial Clock (I ² C Bus Interface)
SDA	Serial Data Address Input Output (I ² C Bus Interface)
SEQ	Sequential System
SMD	Surface Mounted Devices
SNR	Serial Number
SOF	Start of Frame
SRAM	Static Random Access Memory
SRD	Short Range Devices (low power radio systems for the transmission of data or voice over short distances, typically a few hundred metres)
TR	Technische Richtlinie (Technical Guideline)
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter (transmission/receiving module for computer interfaces)
UCC	Universal Code Council (American standard for barcodes on groceries and goods)
UHF	Ultra High Frequency (300 Mhz. . .3 GHz)
UPC	Universal Product Code
VCD	Vicinity Card Device (see ISO 15693)
VDE	Verein Deutscher Elektrotechniker (German Association of Electrical Engineers)
VICC	Vicinity Integrated Contactless Chip Card (see ISO 15693)
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio
XOR	eXclusive-OR
ZV	Zulassungsvorschrift (Licensing Regulation)
HITAG [®] and MIFARE [®]	are registered trademarks of Philips electronics N.V.
LEGIC [®]	is a registered trademark of Kaba Security Locking Systems AG
MICROLOG [®]	is a registered trademark of Idesco
TIRIS [®]	is a registered trademark of Texas Instruments
TROVAN [®]	is a registered trademark of AEG ID systems

1

개요

최근 자동인식(Auto-ID)은 서비스 산업, 구매 및 유통·재고관리 산업분야, 제조사 및 자재 유통 등 다양한 분야에서 보편화 되고 있다. 자동인식은 사람, 동물, 상품 및 운송중에 있는 제품에 관한 정보를 제공하기 위해 존재하고 있다.

이전에는 어디에서나 사용되는 바코드 라벨이 자동인식 시스템의 혁명을 일으키는 촉매가 되었으나 부적합하게 되는 경우의 수가 증가하고 있다. 바코드는 가격이 매우 싼 반면, 장애 요소로는 저장 능력이 낮고 다시 프로그래밍 할 수 없다는 것이다.

기술적으로 최적의 방법은 실리콘 칩에 데이터를 저장하는 것이다. 일상 생활 속에서 사용되는 전자 정보 처리의 가장 일반적인 형태는 접촉 스마트 카드(전화용 스마트 카드, 은행 카드)이다. 그러나 스마트 카드에서 사용되는 기계적인 접촉은 가끔 실용적이지 못할 때가 있다.

데이터 전송 매체와 리더 사이를 비접촉 방법으로 데이터를 전송하는 것이 훨씬 유연하다. 이상적인 경우에, 전자 데이터 처리 장치의 동작에 필요한 전원은 비접촉 기술을 이용하여 리더로부터 전달된다. 전력전달과 데이터 전송에 사용되는 절차 때문에 비접촉 ID 시스템을 *RFID 시스템*(Radio Frequency Identification Systems)이라 부른다.

많은 회사들의 개발 참여와 RFID 시스템의 판매 실적은 이 시장의 중요성을 상기시켜준다. 2000년 전세계 RFID 시스템 판매는 약 9억 US\$에 이르며 2005년에는 26억 5천만 US\$에 이를 것으로 전망하고 있다(Krebs, n.d.). 이것으로 볼 때 *RFID 시장*은 이동전화기 및 무선전화기 시장을 포함한 무선기술 분야에서 가장 빨리 성장하는 분야에 해당한다고 할 수 있다(그림 1.1).

또한 최근 몇 년 동안 비접촉 인식은 기존의 정확하게 분리되는 학문이 아닌, 다른 학문과 연관관계가 있는 분야로 발전해 오고 있다. 이 분야는 지극히 다른 분야: HF 기술과 EMC, 반도체 기술, 데이터 보호 및 암호화, 통신, 제조 기술 및 많은 관련 분야로부터의 요소들을 종합하고 있다.

본 장에서는 다음 장부터 설명되는 RFID 시스템과 유사한 기능을 수행하는 다양한 자동인식 시스템에 대하여 간략하게 설명하고자 한다(그림 1.2).

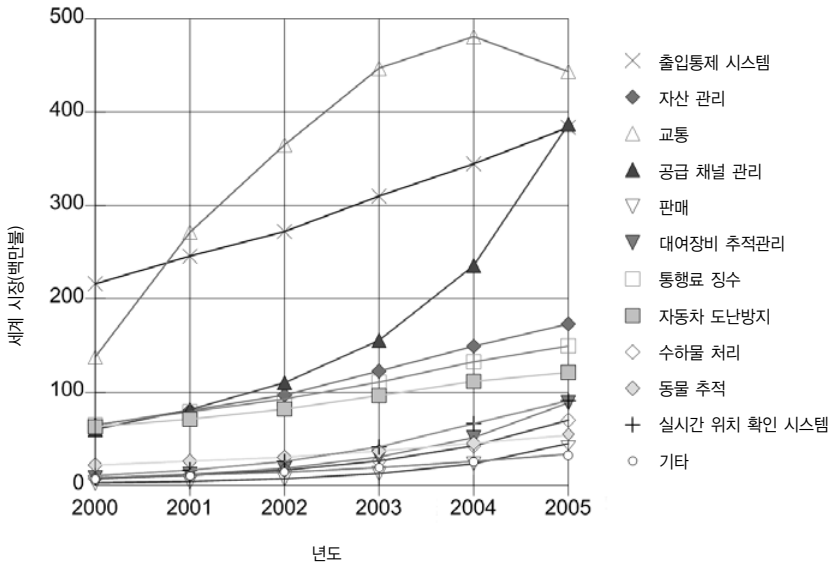


그림 1.1 2000년부터 2005년까지 RFID 시스템의 금액(\$US)별, 애플리케이션 분야별 성장 예상 도표

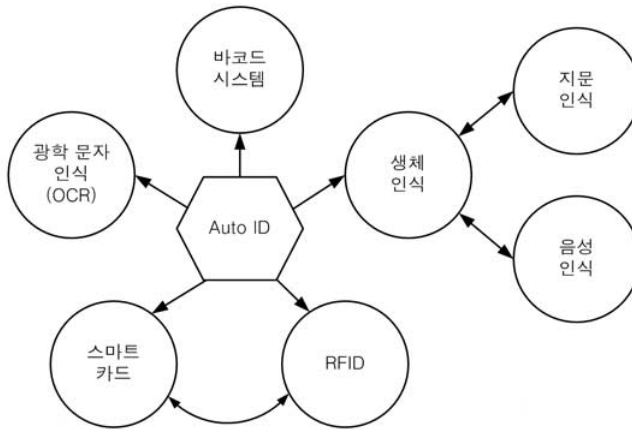


그림 1.2 자동인식의 중요한 시스템들간의 관계

1.1 자동 인식 시스템

1.1.1 바코드 시스템

바코드는 지난 20년간 다른 인식시스템에 비해 성공적으로 고유한 영역을 확보해 왔다. 전문가에 따르면, 바코드 시스템은 서부 유럽에서 1990년대 초기에 총 30억 독일 마르크의 매출을 올렸다(Virnich and Posten, 1992).

바코드는 검은색 바와 흰색 간격이 평행으로 배열된 이진 코드이다. 이 바의 그룹은 미리 정해진 패턴에 따라 배열되며, 지정된 기호로 된 데이터 형태로 표현된다. 넓고 좁은 바가 간격을 두고 있는 연속적인 형태는 숫자와 알파벳으로 해석된다. 바코드는 광학 레이저 스캐너로 판독할 수 있다. 즉, 검은 색 바와 흰색 간격에서 반사되는 레이저 빔이 다른 것을 이용하여 판독된다(*ident*, 1996). 그러나 물리적인 설계는 분명하지만 현재 사용되는 약 10개의 다른 바코드의 코드 배열 사이에는 주목할 만한 차이가 있다.

약간의 한계가 있는 가장 대중적인 바코드는 EAN(European Article Number) 코드이며, 이는 1976년에 식품산업의 요구사항을 만족시키기 위해서 특별히 고안되었다. EAN 코드는 1973년 초반에 미국에 도입된 UPC(Universal Product Code)의 개발을 재연한 것이다. 오늘날 UPC는 EAN의 일부가 되었으며 EAN과 호환성이 있다(Virnich and Posten, 1992).

EAN 코드는 국가 식별 코드, 회사 식별 코드, 제조사 제품 번호와 확인번호(check digit)를 포함하여 13개의 숫자로 구성되어 있다(그림 1.3).

EAN 뿐만 아니라, 아래의 바코드 역시 다른 산업분야에서 많이 사용되고 있다(그림 1.4 참조).

- 코드 코다바(Code Codabar) : 의학/치료 분야, 고도의 안전을 요하는 분야
- 코드 2/5 겹침(Code 2/5 interleaved) : 자동차 분야, 제품 저장, 팔레트, 쇼핑 컨테이너와 중공업 분야
- 코드 39(Code 39) : 제조 분야, 물류, 학교 및 도서관

1.1.2 광학 문자 인식

광학 문자 인식(OCR: Optical Character Recognition)은 1960년대 최초로 개발되었다. 특수 글자체가 이 분야를 위해 개발되었으며, 규격화된 문자는 일반적인 방법으로 사람이 읽을 수 있는 것은 물론, 기계로 자동으로 읽을 수 있도록 되어 있다.

국가 식별코드		회사 식별코드					제조사 제품 번호					CD
4	0	1	2	3	4	5	0	8	1	5	0	9
FRG		Company Name 1 Road Name 80001 Munich					Chocolate Rabbit 100 g					

그림 1.3 EAN 바코드 코딩 구조의 예

그림 1.4 이 바코드는 이 책의 뒷면에 인쇄되어 있으며, ISBN 번호를 포함하고 있다.



OCR 시스템의 가장 중요한 특징은 정보의 고밀도, 긴급상황 및 단순 확인 시 데이터를 시각적으로 확인할 수 있다는 점이다(Virnich and Posten, 1992).

오늘날 OCR은 제조, 서비스 및 행정적인 분야에 사용되며 또한 은행에서 수표(이름 및 구좌 번호 등의 개인 데이터가 OCR 형태로 수표 하단에 인쇄되어 있다)를 등록할 때도 사용된다.

그러나 OCR 시스템은 고가이고 다른 인식 절차와 비교했을 때 리더가 복잡하여 보편화 되는 데는 실패 했다.

1.1.3 생체 인식

생체인식(Biometrics)은 살아 있는 생명의 신체 측정 절차 혹은 셈(counting)의 과학으로 정의되고 있다. 인식 시스템 맥락으로 볼 때, 생체 인식은 비교적 확실하고 개인별 물리적 특성을 확인하는 일반적인 절차에 사용되는 용어이다. 일반적으로 지문(fingerprinting) 및 장문(掌紋, handprinting), 음성인식 그리고 비교적 덜 알려진 망막(혹은 홍채) 인식이 이에 해당한다.

1.1.3.1 음성 인식

최근, 개인별 화자 확인(화자 인식)을 하는 특수 시스템이 등장하게 되었다. 이 시스템에서 사용자는 컴퓨터에 연결된 마이크를 통하여 말하게 된다. 이 장비는 말한 단어를 인식 소프트웨어에서 구분할 수 있는 디지털 신호로 전환한다.

화자 확인의 목적은 음성에 따라 정해진 사람을 확인하는 것이다. 이는 저장되어 있는 참고 내용과 비교하여 화자의 말투를 확인하는 것이다. 화자의 말투가 저장된 내용과 동일할 경우, 반응이 시작된다(예, '문을 열어라').

1.1.3.2 지문 인식

21세기 초부터 범죄학에서는 범죄자 확인용으로 지문인식 절차를 사용해 왔다. 이 절차는 손가락 자체에서 뿐만 아니라 혐의자의 흔적에서 얻을 수 있는 손끝 피부의 돌기와 융기의 조화를 근거로 하고 있다.

지문 인식(dactyloscopy)은 보통 입실할 때 손끝을 특수 리더에 접촉하여 개인을 확인하는데 사용되고 있다. 이 시스템은 저장된 패턴과 읽혀진 패턴 데이터를 계산한다. 현대의 지문 인식 시스템은 지문 인식 후 확인하는데 0.5초 미만이 걸린다. 폭력 범죄를 방지하기 위하여 이 시스템은 리더에 위치한 지문이 살아 있는 사람의 것인지도 확인한다(Schmidhausler, 1995).

1.1.4 스마트 카드

스마트 카드는 보조의 컴퓨팅 용량을 가질 수 있는 전자적 저장 장치이며, 편의상 신용카드 크기의 플라스틱 카드에 제작된다. 최초의 스마트 카드는 1984년 선불 전화카드의 형태로 출시되었다. 스마트 카드는 접촉 스프링에 의해 스마트 카드의 접촉면에 전기적으로 연결되는 리더에 가까이 접촉시킨다. 스마트 카드는 접촉 면을 통하여 리더로부터 에너지와 클럭 펄스를 공급 받는다. 리더와 카드 사이의 데이터 이동은 양방향 병렬 인터페이스(I/O port)를 사용한다. 스마트 카드 내부의 기능에 따라 두 개의 다른 스마트 카드로 나눌 수 있다. : 메모리 카드, 마이크로프로세서 카드

스마트 카드의 가장 큰 장점은 데이터를 카드 내에 저장하고 의도하지 않은 접근이나 조작되는 것을 보호할 수 있다는 점이다. 스마트 카드는 정보와 관련되어 있는 서비스 혹은 금융거래를 단순하며, 안전하고, 저렴하게 공급할 수 있다. 이러한 이유로 2억 장의 스마트 카드가 1992년에 전세계적으로 발급되었다. 1995년에는 이 숫자가 6억으로 증가하였고 이중 5억 장은 메모리 카드이고, 1억 장은 마이크로 프로세서 카드이다. 따라서 스마트 카드 시장은 마이크로 전자공학 산업에서 가장 빨리 성장하는 시장부문이다.

접촉 기반의 스마트 카드의 단점은 접촉 부분이 마모되고 부식되며 오염되기 쉽다는 점이다. 자주 사용되는 리더는 장애가 생기는 경향으로 유지보수 비용이 높다. 뿐만 아니라 일반인들에게 노출되어 있는 공공장소 리더(전화 부스)의 훼손을 막을 수 없다.

1.1.4.1 메모리 카드

메모리 카드의 메모리- 주로 EEPROM-는 순차논리(state machine)로 접속된다(그림 1.5). 이 메모리를 이용하여 단순한 보안 알고리즘, 즉 문자열 암호화(stream ciphering)과 같은 알고리즘을 탑재할 수 있다. 메모리 카드에서 문제시 되는 점은 기능이 특정 애플리케이션 분야에 최적화 되어 있다는 것이다. 애플리케이션 분야가 매우 제한되지만 긍정적인 면으로 볼 때 메모리 카드는 가격이 저렴하다. 이러한 이유로 메모리 카드는 가격이 민감하거나 대규모 애플리케이션 분야에 널리 사용된다(Rankl and Effing, 1996). 예를 들면, 독일에서 국민연금 시스템으로 사용되는 국민 보험 카드를 들 수 있다(Lemme, 1993).

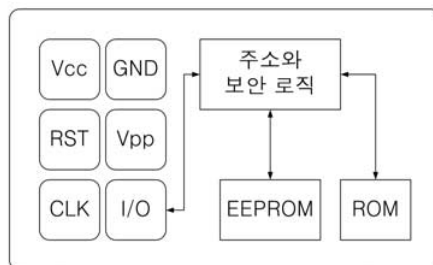


그림 1.5 보안 로직이 있는 메모리 카드의 일반적인 구조

1.1.4.2 마이크로프로세서 카드

이름에서 알 수 있듯이 *마이크로프로세서 카드*는 마이크로프로세서와 접속되는 메모리(ROM, RAM, EEPROM 부분)로 구성된다.

마스크 프로그램된 ROM은 마이크로프로세서용 *운영체제*(상위 프로그램 코드)을 탑재하고, 칩 제조 시에 삽입된다. ROM의 내용은 제조 시에 결정되며 모든 마이크로 칩은 같은 생산 공에서는 중복되지 않는다.

칩의 EEPROM은 애플리케이션 데이터와 애플리케이션 분야와 관련된 프로그램 코드로 구성되어 있다. 이 메모리의 읽기 및 쓰기영역은 운영체제에 의해 관리된다.

RAM은 마이크로프로세서의 일시적으로 사용되는 메모리이다. RAM에 저장된 데이터는 전원이 차단되면 사라진다(그림 1.6).

마이크로프로세서 카드는 매우 융통성이 있다. 최근의 스마트 카드 시스템에서 단일 카드(복수 애플리케이션 분야)에 다른 애플리케이션 분야를 탑재하는 것이 가능하다. 일부 애플리케이션 프로그램은 제조 후에 EEPROM에 탑재되며 운영체제에 의해 초기화 된다.

마이크로프로세서 카드는 처음에 보안이 민감한 애플리케이션 분야에 사용되었다. GSM 이동전화기에 사용되는 스마트 카드가 그 예이며, 새로운 EC(전자화폐, electronic cash)카드도 해당된다. 마이크로프로세서의 프로그래밍 선택 가능성은 새로운 애플리케이션 분야에 적용하는 것을 촉진한다(Rankl and Effing, 1996).

1.1.5 RFID 시스템

RFID 시스템은 앞서 설명된 스마트 카드와 매우 밀접한 관련이 있다. 스마트 카드 시스템과 같이 데이터는 데이터 운반 장치인 트랜스폰더(transponder)에 저장된다. 그러나 데이터 운반 장치에 전원 공급 및 데이터 운반 장치와 리더 사이의 데이터 교환이 전기적 접촉 없이 자계 또는 전자계 영역을 이용하여 이루어진다는 점이 스마트 카드와 다르다. 기본 기술은 무선 및 데이터 공학 영역에서 발전하였다. RFID는 주파수에 의해 정보가 전달되는 무선 주파수 인식의 약어이

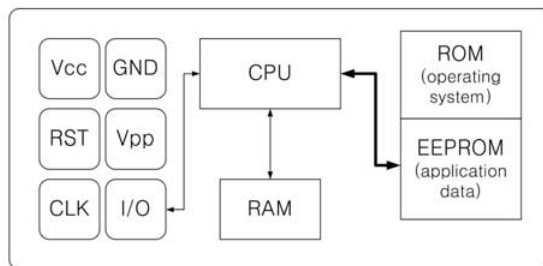


그림 1.6 마이크로프로세서 카드의 일반적인 구조

다. 다른 인식 시스템에 비해 많은 장점이 있는 RFID 시스템은 새로운 대량 생산 시장을 장악하기 시작했다. 그 예로 단거리 대중교통 티켓으로 사용되는 비접촉 스마트 카드를 들 수 있다.

1.2 다른 인식 시스템과의 비교

위에서 언급되었던 인식 시스템과의 비교는 다른 시스템과 관련하여 RFID 시스템의 장점과 단점을 조명하고 있다(표 1.1). 물론 접촉 스마트 카드와 RFID 시스템 사이에는 밀접한 관계가 있다. 그러나 RFID 시스템은 오접촉(훼손, 오염, 단방향 삽입, 삽입시간 지체 등)에 의한 단점을 보완한다.

1.3 RFID 시스템의 구성요소

RFID 시스템은 언제나 두 개의 구성 요소로 되어 있다(그림 1.7):

- 인식되어야 할 대상인 *트랜스폰더*
- 설계 및 기술방법에 따라 읽기 또는 쓰기/읽기 장치로 구분되는 송신부 또는 *리더*(이 책에서는 일반 용법에 따라 데이터를 수집하는 장치는 읽기 전용 또는 쓰기/읽기 장치에 상관 없이 *리더*라고 표기한다.)

실제 예는 그림 1.8에서 설명하도록 한다.

일반적으로 리더는 제어 기능과 트랜스폰더와 연결 기능을 하는 무선 주파수 모듈(송신기와 수신기)을 가지고 있다. 또한 대부분의 리더는 추가적 인터페이스(RS 232, RS 485 등)가 있어서 수신된 데이터를 다른 시스템으로 송신한다(PC, 로봇 제어장치 등).

RFID 시스템의 실제 *데이터 운반장치* 인 트랜스폰더는 *결합 장치*(coupling element)와 전자 *마이크로칩*(그림 1.9)으로 구성되어 있다.

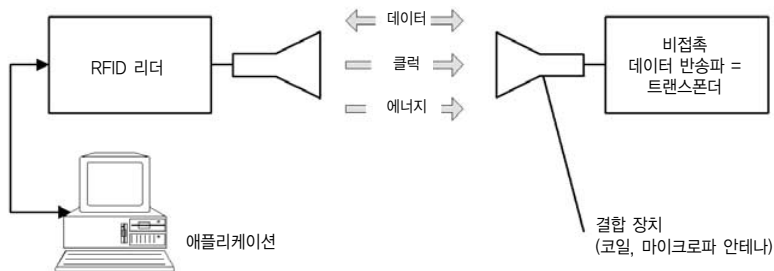


그림 1.7 리더와 트랜스폰더는 RFID 시스템의 주요 구성 요소이다.

표 1.1 RFID 시스템의 장·단점 비교표

시스템 파라미터	바코드	OCR	음성 인식	생체 인식	스마트 카드	RFID 시스템
전형적인 데이터 크기(byte)	1-100	1-100	—	—	16-64k	16-64k
데이터 밀도	낮음	낮음	높음	높음	매우 높음	매우 높음
기계적 인식률	좋음	좋음	낮음	낮음	좋음	좋음
사람에 의한 인식	제한적	간단함	간단함	어려움	불가능	불가능
오염물질에 의한 영향	매우 높음	매우 높음	—	—	접촉식의 경우 가능함	영향이 없음
시야 가림에 대한 영향	완전 차단	완전 차단	—	가능	—	영향이 없음
방향과 위치에 의한 영향	낮음	낮음	—	—	단방향성	영향이 없음
마모성	제한적	제한적	—	—	접촉에 의한	영향이 없음
가격	매우 낮음	중간	매우 높음	매우 높음	낮음	중간
운영비용 (예, 프린터)	낮음	낮음	없음	없음	중간 (접촉식)	없음
비인가 복사/수정 가능성	약간	약간	가능* (오디오 테이프)	불가능	불가능	불가능
인식 속도(데이터 운반 포함)	낮음 ~4초	낮음 ~3초	매우 낮음 >5초	매우 낮음 >5-10초	낮음 ~4초	매우 빠름 ~0.5초
최대 인식거리	0-50cm	<1cm 스캐너	0-50cm	직접 접촉**	직접 접촉	0-5m, 마이크로파

* 발생되는 단어는 미리 알려지지 않기 때문에 무작위로 발생되는 단어를 선택하여 음성 '재생' 시 생길 수 있는 위험을 줄일 수 있다.

** 지문인식에만 적용된다. 망막 혹은 홍채 인식의 경우 직접 접촉은 불가능하다.



그림 1.8 실제 사용되는 RFID 리더와 비접촉 스마트 카드
(Kaba Benzing GmbH의 자료 인용)

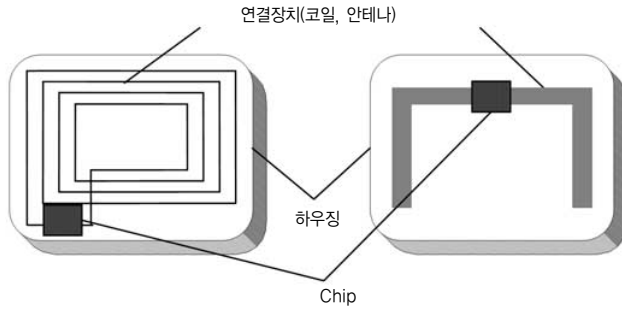


그림 1.9 RFID 데이터 운반 장치인 트랜스폰더의 기본적인 설계
왼쪽: 안테나 코일이 유도성 결합(inductively coupled)된 트랜스폰더
오른쪽: 극성의 안테나가 있는 마이크로웨이브 트랜스폰더

자체 내에 전원 공급 장치가 없는 트랜스폰더가 리더 영역에 있지 않으면 수동(Passive) 상태이며 리더 영역 안에 있을 때에만 동작한다. 트랜스폰더를 구동시키기 위해서는 전원이 필요하며, 이는 결합 유닛(coupling unit, 비접촉)을 통해서 타이밍 펄스와 데이터가 공급된다.

IT Next Wave Series 1

IT Next Wave Series 1

유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 ●

RFID HANDBOOK

이근호·한호현·강병권·조영빈 공역
정교일 감수

Fundamentals and Applications in Contactless
Smart Cards and Identification

비접촉 스마트 카드와 인식 시스템의 기초와 응용

SECOND EDITION

KLAUS FINKENZELLER

YoungJin.com Y.
영진닷컴

RFID HANDBOOK

SECOND EDITION

KLAUS FINKENZELLER

