

RFID를 이용한 Smart Refrigerator System 설계 및 구현

조나연*, 민덕기*

*건국대학교 컴퓨터공학부

e-mail:{nycho,dkmin}@konkuk.ac.kr

Design and Implementation of Smart Refrigerator System using RFID

Na-Yun Cho*, Dugki Min*

*School of Computer Science & Engineering, Konkuk University

요 약

본 논문에서는 RFID의 특성인 비 접촉형 인식과 높은 인식률을 통하여 사용자 하여금 자동화된 식자재 관리를 돕는 스마트 냉장고 시스템을 설계하여 구현하였다. 이 시스템은 냉장고 사용자 하여금 냉장고속 식품에 관한 정보를 냉장고를 열지 않아도 한눈에 볼 수 있으며, 이를 통한 식자재 관리에 자동화를 통한 편의성을 제공 하는 동시에 RFID를 이용한 식품이 판매가 되어 소비자에게 가기까지 유통과정의 투명성을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한 이러한 목적을 바탕으로 구성되어야 할 스마트 냉장고 시스템에 관한 요구사항을 분석하고 구현하여 멀지 않은 미래에 RFID를 활용한 가정 내의 냉장고 사용 프로세스를 예측해 보고자 한다. 이 시스템을 통하여 물류산업의 효과적 유통은 물론 냉장고 사용자의 식자재에 관한 비용을 절감시킬 수 있을 것이라 예상된다.

1. 서론

RFID(Radio Frequency Identification)기술은 주파수(Radio Frequency)를 이용한 식별체계 기술 중 하나이다. 과거에는 이와 같은 역할을 식별자인 바코드와 비교하여 인식되는 거리나 인식률, 식별자의 재사용성 등의 이점을 가지고 물류 및 유통 업무 프로세스의 효율성을 기하고자 활용되기 시작하였다.[1] 처음에는 단순히 교통, 출입 통제, 제조 분야를 중심으로 상업적인 용도로 쓰였으나, 이후에는 물류 및 유통뿐만 아니라 지급, 결제, 환자 관리 등 광대한 분야에 활용되고 있다.[2]

이러한 RFID기술은 홈 네트워크의 일환으로 많이 활용되고 있다. 홈 네트워크는 기존의 가전기기들이 네트워크로 연결이 되어 있어서, 각 가정에서 기기나 시간과 장소에 구애받지 않으며 다양한 서비스를 제공해 편의성을 제공해 주는 기술로 이미 오디오나 비디오 또는 HDTV등에 홈 네트워크 기술이 더해져 상용화 되어 있다.[3] 그러나 단순히 전용선으로 연결하여 네트워크를 형성하는 형태의 홈 네트워크는 모든 가전기기들이 IP를 가지고 있어야 한다는 단점을 지닌다. 이러한 단점을 보완하고 홈 네

트워크에도 사용될 수 있는 기술 중 하나가 무선 통신 기술을 이용한 RFID이다.[4] 본 논문에서는 주파수를 통하여 무선 통신을 가능하게 하는 RFID를 적용한 홈 네트워크 구성 중 일상생활에서 없어서는 안 될 필수적인 가전 제품인 냉장고 시스템을 구현하였다. 본 논문에서 소개될 스마트 냉장고 시스템은 비 접촉형 인식매체, 인식되는 거리와 인식률 그리고 식별자 재사용성을 가진 RFID를 이용하여 사용자 하여금 자동화된 식자재 관리와 각 식품의 유통 과정을 공개하는 특징을 가진 시스템이다. 본 시스템에서는 890Mhz~ 940Mhz대역대의 태그를 인지하는 안테나와 리더기를 이용해 개발하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 스마트 냉장고 시스템을 제시한다. 그리고 3장에서는 스마트 냉장고설계에 대해 설명한다. 4장에서는 구현된 시스템을 기반으로 실험된 결과에 대하여 설명한다. 5장에서는 결론과 향후 과제에 대해 설명한다.

2. 스마트 냉장고 시스템

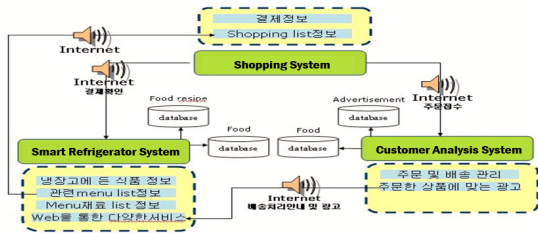
2.1 스마트 냉장고 시스템 구성

본 논문은 스마트 냉장고 시스템은 냉장고 속 식품에 붙여져 있는 태그를 읽어 들여 정보를 가공해주는 기능을 제공하고 있다. 다음 (그림 1)는 이를 위한 스마트 냉장고 시스템 구성도 이다.

1) 교신저자: 민덕기 (dkmin@konkuk.ac.kr)

2) 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2009-C1090-0902-0026)

3) 본 연구는 지식경제부의 IT성장동력기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [2008-S-007-01, 차량 전장용 통합제어 SW플랫폼 개발]



(그림 1) 스마트 냉장고 시스템 구성도

냉장고 측에서는 식품에 부착 되어 있는 RFID 태그를 읽어 들여 그것이 식품 제공자 측의 데이터베이스에 존재하는지를 검토하고 화면에 해당 식품들의 리스트를 출력시켜준다. 이때 식품이 냉장고까지 들어오게 된 경로와 함께 해당 식품이 들어가 있는 조리법을 제공해주는 기능 또한 포함하고 있다. 그리고 주문되어 배송된 식품들을 냉장고에 넣었을 경우 자동적으로 배달이 된 식품과 그렇지 않은 식품들에 대한 정보를 매장에 통보하게 되는 시스템을 갖추고 있다. 냉장고 사용자가 원하는 조리법을 선택하여 인터넷을 통해 장을 보게 되면 쇼핑 시스템을 통해 결제를 하게 되고 주문내역은 냉장고 사용자에게 보내어 지게 된다. 이 후 소비자 분석 시스템을 통해서 주문을 받은 매장 쪽에서 해당 식품과 관련된 광고를 자동적으로 보내준다.

이러한 시스템은 냉장고 이용자가 냉장고를 열어 어떠한 식품이 존재하는지 살펴 볼 필요가 없을 뿐더러, 냉장고 속 식품을 가지고 어떤 음식을 만들어야 할 지 고민을 할 필요가 없다. 뿐만 아니라 원하는 조리법에 부족한 식품의 내용이 그대로 주문으로 이어지기 때문에, 원하는 매장과의 접촉이 되어 있다면 식품의 구매까지 스마트 냉장고 시스템 사용자가 고려할 필요 없도록 구성하였다.

2.2 스마트 냉장고를 위한 코드체계

각 RFID 태그는 식별자 코드를 지니고 있다. RFID 태그에 쓰이는 코드체계인 EPC는 EAN(European Article Number), UCC(Uniform Commercial Code)에서 정의된 식별자들 중 많이 쓰이는 것을 RFID 태그에서 사용할 고유 식별자로 만들기 위한 체계이다. 이 논문에서 다루는 스마트 냉장고 시스템에서는 식품의 정보를 다루기 때문에 해당 종류별 식별자 즉, 고유 식별자를 사용하기 위한 코드체계가 필요하다. 현재 사용하는 식별자인 GTIN(Global Trade Item Number), GLN(Global Location Number)은 고유 식별자로 이용하기에는 부적합하기 때문에 RFID를 이용한 시스템들은 보통 이 코드체계 뒤에 일련번호를 붙여서 SGTIN과 SGLN으로 확장하여 사용하고 있다.[5]

본 논문의 코드체계는 기본적으로 SGTIN-96을 사용하여 각 태그에 고유한 식별자를 부여하여 기관코드와 상품코드 그리고 일련번호가 붙은 구조로 이루어져 있다. 실제로 구현 하였을 때는 이 구조를 조금 더 세분화하였다. 예를 들어, 사과 같은 경우 품목코드 부분에서 대분류로

인과류 코드를 부여하고 이후 중분류로 사과에 대한 코드를 부여하며 소분류로 사과의 종류 중에서도 후지 사과인지 화홍 사과인지 등을 고려하여 품목에 관한 구별을 하였다. 그리고 뒤에 붙는 일련번호를 통하여 제작자가 만든 몇 번째 식품인지에 대한 정보를 추가적으로 넣어 동일한 회사의 같은 상품이라도 각기 다른 물류 정보를 가질 수 있게 하였다.

3. 스마트 냉장고 시스템설계

3.1 스마트 냉장고의 요구사항 분석

본 스마트 냉장고 시스템의 주된 목적은 사용자로 하여금 냉장고를 열지 않아도 자동적으로 태그를 읽어, 해당 식품에 대한 정보를 외부에서 열람이 가능하게 함이다. 이 같은 요구사항을 만족하기 위해서는 안테나 자체는 냉장고 속에 위치하도록 하여야 하고, 주기적으로 태그들을 읽어 들여 중복이 되는 태그에 대한 정보를 가공하여야 한다. 냉장고 사용자가 식품을 넣거나 빼거나 아무 행위도 취하지 않을 경우 냉장고 시스템에서는 가지고 있는 식품들의 태그 정보를 리더기기가 주기적으로 스캔 한 뒤 태그 정보를 가공하여 모니터에 화면을 출력하게 되어야 한다. 이때 식품이 있을 경우 전체 식품 목록에서 태그 정보와 맞는 항목을 찾은 뒤 식품 목록 데이터베이스에 없을 경우 식료품이 없다는 정보를 알려주고 있을 경우에는 화면에 출력하며 식품이 냉장고에서 사라졌을 경우 해당 식품을 화면에서 제거해야 한다.

냉장고 시스템의 또 하나의 주된 요구사항으로는 식품을 주문하는 것이다. 이는 사용자가 조리법 페이지에서 부족한 재료 주문버튼을 누르게 되고 이후 수량과 결제정보를 입력하게 되면 매장 시스템에서는 주문 리스트를 매장에 보내어 주게 된다. 이때 해당 식품이 매장에 없는 식품일 경우에는 적절한 메시지를 출력해주고 이상이 없을 경우 주문을 완료하게 되며 사용자에게 간단한 광고를 보내주게 된다.

이후 추가적으로 주문이 완료되어 냉장고 사용자가 이를 확인 하지 않고 냉장고에 넣기만 해도 배송이 완벽하게 이루어 졌는지 빠진 물품이 존재하는지 냉장고 속에서 자동적으로 검출을 해내어 매장 시스템에 그 결과를 통보하게 된다. 이를 통해 냉장고 이용자는 냉장고안의 식품에서부터 배송에 이르기까지 어떠한 고민이나 의식을 하지 않게 되는 것이다.

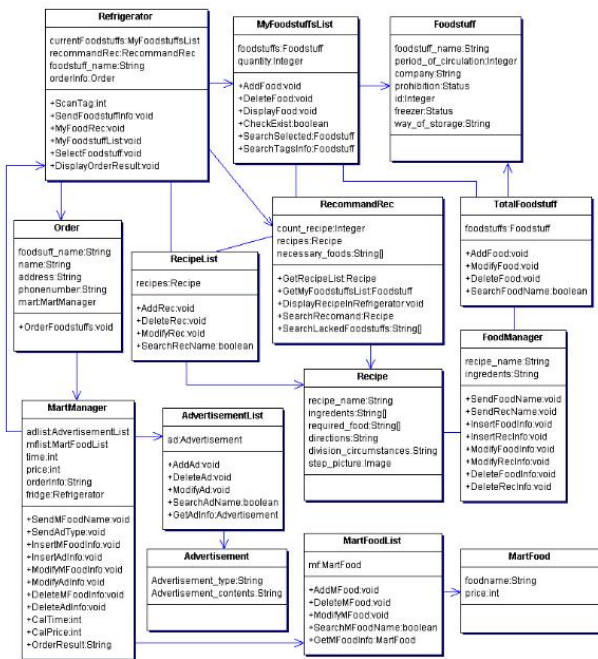
3.2 스마트 냉장고의 시스템 아키텍처

이 같은 요구사항을 바탕으로 가장 주된 기능을 하는 부분을 따로 뽑아 클래스화 하였다. 기본적으로 Refrigerator클래스는 사용자와 시스템간의 총체적 인터페이스 역할을 하는 클래스이다. 구체적으로 화면의 출력과 식품주문의 인터페이스 역할을 담당함과 동시에 RFID리더기로부터 들어온 태그정보들을 가공하여 현재 냉장고에 있는 MyFoodstuffsList클래스에 전달하게 된다. 식품

주문을 위한 MartManager클래스 또한 매장내의 모든 프로세스를 담당하는 인터페이스이다. 뿐만 아니라 조리법을 추천하는 RecommandRec클래스 역시 조리법 목록 및 조리법에 대한 인터페이스 역할을 한다. 이 같은 설계를 하게 된 이유는 실제 중요한 기능들을 수행하는 클래스와 이것을 단순히 보여주는 뷰어 간의 독립성을 주기 위함이다.

MyFoodstuffsList클래스에서는 가공된 태그 정보와 대조하여 현재 냉장고 속에 존재하는 식품인지 아닌지를 비교한다. 존재하는 식품인지 비교를 하기위해 FoodManager클래스는 모든 식품정보를 가지고 있는 웹상의 데이터베이스를 이용하여, 이 식품이 실제로 현재 유통되고 있는 식품인지 비교하는 과정을 거치도록 설계하였다. 이는 식품의 고유한 식별자를 통해 식품 유통과정의 투명성을 통하여 사용자로 하여금 식품에 대한 신뢰성을 주기 위함이다. 조리법을 제공하는 RecommandRec클래스에서는 조리법의 목록과 현재 냉장고 속 식품 정보를 통해서 적절한 조리법 목록을 사용자에게 전달 해준다.

다음 (그림 2)은 이를 통해 산출된 스마트 냉장고 시스템의 아키텍처이다.



(그림 2) 스마트 냉장고 시스템 아키텍처

4. 실험결과

4.1 실험 환경 및 실험 시나리오

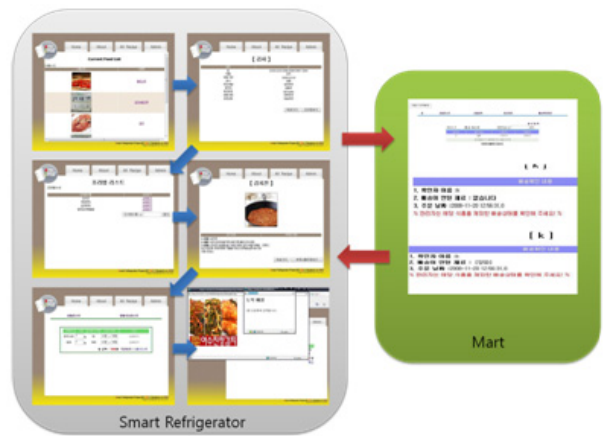
스마트 냉장고 시스템을 성능을 실험해 보기 위하여 3 가지 시나리오를 적용해 보기로 한다. 우선 이 실험을 할 때에 근처에 또 다른 리더기가 존재하는 환경일 때에 올바른 식품 목록을 출력할 것인지 확인해 보기로 했다. 둘째로 냉장고 속이 아예 비어있거나 꽉 차있을 때 올바른 결과 화면을 나타내는지 실험해 보았다. 셋째로 주문이 완료되어 배송된 식품을 냉장고에 넣고 배송확인을 할 때에

매장과 잘 연동되어 배송이 안 된 내역에 대한 결과를 사용자에게 알려 주는지 실험해 보았다.

4.2 실험 결과 및 평가

3가지 시나리오를 통하여 시스템을 실험해 본 결과, 냉장고 속이 비어있거나 꽉 차있을 때에 올바른 결과 화면을 확인 할 수 있었다. 그리고 사용자가 배송확인을 할 때에 배송되지 않은 내역에 대한 결과를 사용자와 매장매니저에게 적절히 통보됨을 확인 할 수 있었다. 그러나 근처에 다른 리더기가 존재할 때 같은 식품이 중복되어 읽혀지거나, 냉장고 속 태그가 읽혀지지 않는 등의 문제를 지니고 있음을 알게 되었다.

다음 (그림 3)은 실험 결과 화면이다.



(그림 3) 실험 결과 화면

5. 결론

지금까지 RFID를 이용한 스마트 냉장고 시스템에 관해 살펴보았다. RFID가 제공하는 비 접촉형 인식, 인식되는 거리나 인식률, 식별자의 재사용성 등의 장점들을 이용하여 시스템 사용자로 하여금 냉장고 속 식품의 유통기한과 같은 정보들을 제공하고 자동화된 식품 구매를 통해 편의성을 제공하는 프로세스를 구현하였다.

본 논문의 스마트 냉장고 시스템은 이용하는 사용자에게 기존 식품에 맞춘 식품 주문을 통한 효율적인 식자재 이용과 더불어 식비절약과 자택주문을 통한 편리함과 시간을 절약하게 되며, 기업 측면으로 매장 사용 고객의 수를 늘리고 매장에 방문하는 고객이 줄어들어 따른 비용절감과 함께 사회적으로는 물류산업에 활성화와 효율적 물류 유통을 통한 불필요한 비용절감의 예상을 가능케 하였다.

RFID를 이용하는 서비스는 지금도 진행형으로 증가하리라 예측되지만 그 중에도 가장 이점이 큰 사례가 될 것은 물류 및 유통업계일 것이다. 본 논문에서 소개된 냉장고에 들어가는 식품 혹은 물품들의 물류 경로를 RFID 기술을 통해 이력관리를 하여 이용자로 하여금 신뢰도를 높이는 것은 머지않은 미래에 식품 및 물품을 제공하는 제

공자나 그 소비자 양쪽 모두에게 필수 불가결한 요구사항이 될 것이라 사료된다. 또한 본 논문의 결과를 통해 보았듯 리더기간의 충돌 문제는 앞으로 해결해 나가야 할 연구 과제가 될 것이다.

참고문헌

- [1] 오세원, 박주상, 이용준, "RFID SW 기술과 표준화 동향", 한국통신학회지 (정보와통신), July, 2007.
- [2] 이근우, 원동호, 김승주, "RFID 활용 현황 및 보호 대책", 정보보호학회지, April, 2008.
- [3] 문경덕, "홈 네트워크 기술 및 산업현황", TTA Journal, May, 2005.
- [4] 김주일, 이우진, 정기원, "RFID기반의 홈 네트워크 관리를 위한 지능형 에이전트의 설계 및 구현", 한국전자거래학회지 제12권 제4호, Nov, 2007.
- [5] 한국인터넷진흥원, "RFID코드 인코딩 지침서V1.0", Oct, 2006.