

# 지능형 매장관리를 위한 RFID 기반 쇼핑분석 시스템

안재명\*, 이종희\*\*, 오해석\*\*\*

\* (주)리테일테크 대표이사

\*\* (주)리테일테크 연구소장

\*\*\* 경원대학교 부총장

e-mail:retail@retailtech.co.kr

## RFID based Shopping Analysis System for Intelligent Store Management

Jae-Myung Ahn\*, Jong-Hee Lee\*\*, Hae-Seok Oh\*\*\*

\* President, Retail Tech Co., LTD.

\*\* Chief, Technical Research Institute, Retail Tech Co., LTD.

\*\*\* Vice Chairman, Kyungwon University.

### 요 약

최근 유비쿼터스 네트워킹과 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 가운데 무선으로 사물의 이동을 자동으로 인식하고 위치를 파악하는 기술인 RFID(Radio Frequency IDentification)가 이슈가 되고 있다. 따라서, 유비쿼터스 환경에서 RFID 기술을 이용한 많은 애플리케이션 개발이 요구되고 있다. 본 논문에서는 RFID 기술과 유비쿼터스형 에이전트를 이용하여 대형마트에서의 고객의 위치를 파악하고 고객의 쇼핑 동선을 분석하여 최적의 매장관리 및 고객관리를 할 수 있는 지능형 매장관리를 위한 쇼핑 분석 시스템을 제안한다.

### 1. 서론

최근 RFID(Radio Frequency IDentification) 기술을 이용한 사용자의 인식에 대한 연구가 많이 진행되고 있다[1]. RFID는 초소형 반도체에 식별 정보를 넣고 무선 주파수를 이용해 상품이나 동물, 사람 등을 판독, 추적, 관리할 수 있는 기술이다. RFID에 기반한 애플리케이션은 사용자의 요구가 프로그램의 흐름을 결정할 수도 있다[2-4]. 즉, 리더에서의 태그 인식이 실시간으로 이벤트를 발생시키며 이러한 이벤트에 의해 프로그램이 동작된다. 따라서 완전한 유비쿼터스 컴퓨팅을 이루기 위해서는 개별적인 개체를 인식하고 추적할 수 있는 RFID 기술을 이용한 애플리케이션 개발이 무엇보다도 시급한 실정이다.

본 논문에서는 대형마트와 같은 오프라인 쇼핑몰에서 RFID 태그를 부착한 고객의 위치를 파악하고

그 동선을 분석하여 최적의 상품관리를 위한 시스템과 고객의 현재 위치에서 개별 고객에게 고객화된 상품 내용 정보와 상품 위치 정보를 제공해 줄 수 있는 고객관리 시스템과 상품관리 시스템을 통합한 유비쿼터스형 에이전트를 이용한 RFID기반 쇼핑 분석 시스템을 제안한다.

### 2. 관련연구

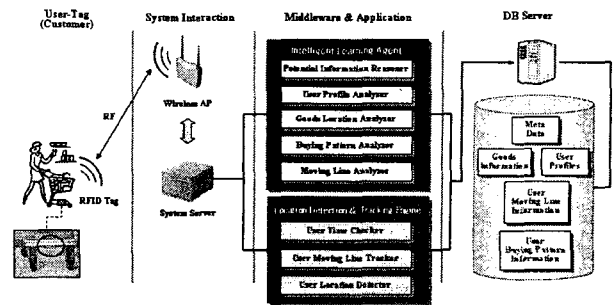
RFID는 라디오 주파수(radio frequency)를 이용한 무선 식별 기술을 말하며, RFID 시스템은 리더(leader or interrogator), 일반적으로 태그(tag)라고 불리는 트랜스폰더, 컴퓨터 혹은 기타 데이터를 가공할 수 있는 장비의 세 가지 구성요소가 조합된 것을 말한다[4,8]. 태그는 다양한 모양이 가능하고 크기가 다양하며 소형화 추세에 따라 플라스틱 카드의

내부나 사람의 피부조직에도 삽입이 가능하며 각종 제품에 내장시키기 용이하다. RFID의 작동원리는 태그가 고유한 정보를 담은 신호를 발생하고 이 신호를 안테나를 통해 컨트롤러가 인식하고 분석하여 태그의 정보를 얻는 방식이다[5, 9]. 이러한 RFID 태그는 크게 액티브(active) RFID와 패시브(passive) RFID로 나눌 수 있으며 액티브 RFID는 태그 안에 자체전원장치를 설치하여 읽고 쓰기가 가능하며 재작성 및 수정이 가능하게 되며 1MByte의 메모리를 갖고 수신 범위가 넓다. 하지만, 사이즈가 커지고 비용이 많이 들며 태그 자체의 수명으로 인한 사용시간에 제한이 발생한다[6, 7].

패시브 RFID는 가볍고 저렴하며, 수명이 길고 리더기로부터 에너지를 받아서 사용되므로 가시거리가 짧아지고 리더기에 상당히 많은 전력이 공급되어야 하는 점이 있다. 대부분의 읽기전용(read only) 태그는 패시브 태그를 사용하며 32~128bits의 수정(modify)할 수 없는 정보가 프로그램 되어 있다. 인식거리도 주파수 사용영역 또는 전력 사용량에 따라 센티미터(cm)에서 수십 미터(m)까지 매우 다양하게 존재하고 있다[8]. RFID는 가상세계와 현실세계를 연결하는 링크로서 유비쿼터스 컴퓨팅에 필수적인 요소기술로 모든 움직이는 개체에 무선 태그를 부착할 수 있다면 다양한 용도로의 활용이 가능해질 수 있다. 이러한 모든 사물에 RFID를 부착하자는 시도로서 미국 MIT의 Auto-ID 센터[10]가 대표적이라 할 수 있다.

### 3. 시스템 구조

본 논문에서 제안하는 유비쿼터스형 에이전트를 이용한 RFID 기반 쇼핑 분석 시스템에 대한 시스템 구조는 그림 1과 같다. 대형마트에서 고객이 상품을 담기위해 끌고 다니는 카트(cart)에 RFID 태그를 부착하고 RFID Reader와 안테나를 매장의 각 구역마다 부착하여 고객의 현재 위치와 동선을 추적한다. 고객의 위치 및 동선이 변경될 때 마다 그 위치 정보가 DB에 저장되고 이러한 정보들은 상품관리와 고객관리에 중요한 정보로 사용된다. 고객의 위치 파악으로 인해 얻어지는 정보 즉 사용자 위치정보는 동선, 현재 위치, 특정 구간에서의 부동 위치이며, 사용자로부터 얻어지는 시간정보는 전체 쇼핑시간과 특정 구간에서의 부동 시간이다.



[그림 1] 시스템 구조

또한 사용자가 상품 구매 시 구매 히스토리에 수시로 그 정보를 저장한다. 이러한 정보들은 에이전트를 이용하여 구매 효과를 최대로 증가시킬 수 있도록 상품 진열의 최적화에 이용되어 상품관리의 중요한 정보로 이용되며, 또한 해당 고객의 잠재적 구매 상품 및 잠재적 구매 시간 등 구매 패턴을 학습하고 추론하는데 이용된다.

고객의 카트에 부착된 RFID 태그를 RFID Reader가 인식하고 그 동선을 추적한 후 생성된 데이터 값을 시스템 서버의 에이전트 모듈에 전달하게 되며, 상품관리 및 고객관리에 필요한 정보는 데이터베이스 서버에 저장하게 된다.

### 4. 고객 쇼핑분석 및 쇼핑동선 파악 기법

특정 구역에서의 정지 시간을 이용하여 개별 고객들의 특정 구역에 대한 상품 선호도를 다음과 같이 계산한다.

- $T_{(id), Stay, Zone (x, y, z)}$  : 특정 고객의 특정 구역에서의 정지 시간
- $T_{(id), Stay, Total}$  : 특정 고객의 모든 구역에서의 정지 시간의 총합
- $C_{(id), Bought, Zone (x, y, z)}$  : 특정 고객의 특정 구역에서의 구매한 상품의 개수
- $C_{(id), Bought, Total}$  : 특정 고객의 전체 구역에서의 구매한 상품의 개수
- $i$  : 쇼핑 회수
- $\beta_1$  : 개별 고객의 정지구역 가중치
- $\beta_2$  : 개별 고객의 구매상품 가중치

식 1에서 개별 고객 정지구역 가중치인  $\beta_1$ 과 개별 고객의 구매상품 가중치인  $\beta_2$ 는 상품의 종류에 따라

값을 다르게 적용한다. 그 이유는 종류별 상품에 특성에 따라 상품에 대한 쇼핑 시간이 서로 다르며, 일정 기간 동안의 구매 회수가 서로 다르기 때문이다. 현재까지 구매 경험이 없는 상품은 개별 고객의 정지구역 가중치( $\beta_1$ )가 기준이 되고 구매 경험이 있는 상품은 개별 고객의 구매상품 가중치( $\beta_2$ )가 기준이 된다.

$$P_{(id)\_Zone(\gamma, x, y, z)} = \sum_{i=1}^n \frac{T_{(id)\_Stay, Zone(\gamma, x, y, z)} * \beta_1}{T_{(id)\_Stay, Total} * \beta_1} + \sum_{i=1}^n \frac{C_{(id)\_Bought, Zone(\gamma, x, y, z)} * \beta_2}{C_{(id)\_Bought, Total} * \beta_2}$$

(식 1)

에이전트는 임계값 이상의 쇼핑 정지 시간을 소요한 구역을 파악한 후 그 순서를 학습하여 개별 고객에 대한 쇼핑 이동 패턴을 파악한다. 우선 이동 패턴(경로) 파악한 후 데이터베이스에 저장되어있는 고객 프로파일과 매칭하여 개별 고객의 이동 패턴 분석한다. 따라서 개별 고객의 예상 이동 구역을 예측하여 예상 구매 상품을 추천하고 주별, 월별 등 시간적으로 분석된 데이터는 구역별 상품에 대한 재배치 및 입점 점포 존재 여부에 대한 데이터로 이용한다.

개별 고객에게 다음 이동 쇼핑 구역을 추천하여 해당 상품을 추천해 주는 알고리즘은 그림 2와 같다.

```

Begin
for ( T(id)_Stay, Zone( $\gamma, x, y, z$ )  $\geq a$  ) do {
// 구역 정지 시간과 임계값 비교
if (Recent_Shopping_Area  $\in$  Shopping_History_List) then {
Select Next_Step_Candidate_List
for (Recent_Shopping_Area  $\in$  Next_Step_Candidate_List)
do {
Reasoning Next_Area to Max(Next_Step_Candidate)
// 다음 이동 구역 추천
Send SMS(Goods_Recommendation)
// 해당 구역 상품 추천
}
else Add New_Area to Next_Step_Candidate_List
// 후보 리스트에 추가
}
End
    
```

[그림 2] 다음 이동 쇼핑 구역을 추천 알고리즘

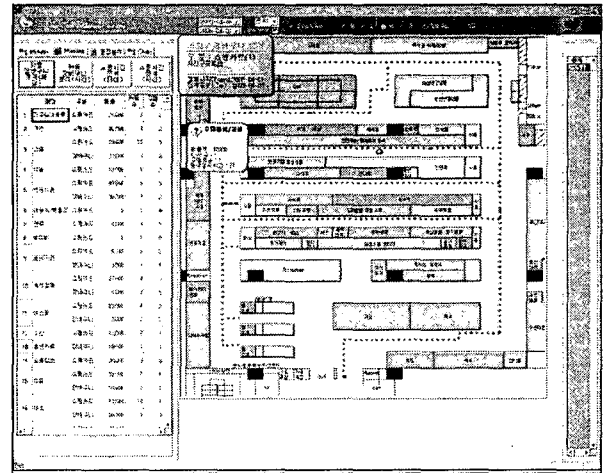
따라서 고객은 한 구역에서 정지하여 쇼핑을 마친

후 이동할 때마다 에이전트로부터 다음 예상 쇼핑 구역의 상품을 추천하며, 위에서 기술한 상품 선호도 계산에 의해 가장 선호도가 높은 순서로 상품을 추천한다.

또한, 통계적 방법으로 고객의 쇼핑 이동 경로를 분석하여 효율적인 쇼핑을 위한 상품 재배치와 효율적인 매장 관리를 위한 입점 매장 존재 여부에 이용한다.

### 5. 시스템 구현 및 실험평가

제한한 알고리즘을 기반으로 시스템을 구현하였으며, 그림 3과 같다.



[그림 3] 시스템 User Interface

구현된 쇼핑 분석 시스템은 각 매대별 매출, 방문객수, 구매수, 평균쇼핑시간 등을 비교 분석할 수 있고 해당 매대를 클릭하면 매대 상품명, 방문객수, 평균쇼핑시간 등을 확인할 수 있으며, 특정 시간에 따른 각 고객의 쇼핑 동선을 확인할 수 있다.

구현된 시스템에서 RFID 장비의 태그 인식에 대한 실험은 다음과 같이 실시하였다.

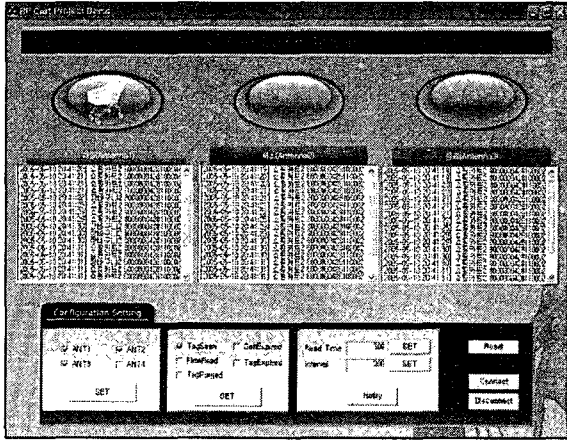
#### 1) 테스트 장비

- UHF-RFID Reader : 1 대
- RF Antenna : 원편파 PATCH Antenna 3Set
- EPC Class 1 TAG : 4 개
- 쇼핑 카트 및 장바구니 : 각각 2개

#### 2) 테스트 범위

- 3 Spot 이상의 연속적인 RFID Antenna 구역의 태그 부착 쇼핑카트 인식률

이동방향을 다리게 하여 총 60회의 실험을 하였으며, 그림 4와 같이 테스트 전용 프로그램을 개발하여 쇼핑카트에 대한 인식률을 실험하였으며, 다음과 같은 인식률에 대한 결과를 얻었다.



[그림 4] 쇼핑 카트 위치 인식 분석 도구

[표 1] RFID 태그 부착 쇼핑카트 위치 인식률

이동 속도	테스트 항목	이동 거리	패싱 시간	인식률 (%, 인식수/회수)	
				쇼핑카트	장바구니
느리게	5 M	6초 이상		쇼핑카트	100%, (30/30)
				장바구니	100%, (30/30)
중간	5 M	3~5초		쇼핑카트	100%, (30/30)
				장바구니	100%, (30/30)
빠르게	5 M	1~2초		쇼핑카트	100%, (30/30)
				장바구니	96.7%, (29/30)

고객의 쇼핑 이동 속도의 다양함으로 인해 이동 속도를 3가지로 구분하여 실험하였으며, 96%의 높은 인식률을 보였다.

## 6. 결론

본 논문에서는 지능형 매장관리를 위한 RFID 기반 쇼핑분석 시스템을 제안하였다.

제안하는 시스템은 대형 마트에서 RFID 태그를 카트에 부착한 후 RFID 태그와 리더기의 안테나를 이용하여 쇼핑하는 고객의 이동 경로와 각 구역에서의 쇼핑 시간을 에이전트가 탑재된 시스템에서 계산하여 개별 고객에 대한 추천 상품을 이동 단말기를 통해 푸쉬해주고 개별 고객과 전체 고객에 대한 이동 쇼핑 패턴과 시간적 데이터를 이용하여 상품의 재배치 및 입점 매장을 존재여부를 결정할 수 있는

통합적인 관리 시스템이다.

제안하는 시스템은 고객의 쇼핑 위치와 각 구역별 쇼핑 시간을 정확히 측정하고 이를 고객 프로파일에 매칭시켜 개별 고객의 선호 상품을 추천을 비롯한 각종 쇼핑 정보를 분석하여 효율적인 매장관리 및 쇼핑관리를 할 수 있도록 그 기능을 제공한다.

## 참 고 문 헌

- [1] 장세이, 우운택, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 센싱 기술과 컨텍스트-인식 기술의 연구 동향," *한국정보과학회지*, 21(5), pp. 18-28, 2003.
- [2] 김기현, 이정태, 류기열, "RFID에 기반한 유비쿼터스 환경에서의 어플리케이션 프레임워크 구조," *한국정보과학회 2004년 춘계학술대회*, 31(1), pp. 571-573, 2004.
- [3] 오세원, 이용준, "무선 식별 태그 기반의 실시간 물류 추적 시스템," *한국정보과학회 2003년 추계학술대회*, 30(2-3), pp.541-543, 2003.
- [4] William P. Walsh, "Research and application of RFID Technology to enhance aviation security," *IEEE*, 2003.
- [5] Klaus Finkenzeller, 이근호의 3역, 유비쿼터스의 핵심 RFID HANDBOOK, 영진닷컴, 2004.
- [6] 김정년, 박상성, 장동식, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 RFID기반 소프트웨어 개발," *한국정보과학회 2004년 춘계학술대회*, 31(1), pp. 508-510, 2004.
- [7] 신현구, 윤형민, 정철호, 한탁돈, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 태그인터페이스를 활용한 물자관리 시스템의 설계," *한국정보과학회 2003년 추계학술대회*, 30(2-2), pp. 433-435, 2003.
- [8] 이재현, 권경희, "임베디드 시스템과 무선 랜을 이용한 이동성이 높은 재고단위의 위치관리 시스템 설계 및 구현," *한국정보처리학회 논문지(A)*, 9(4), pp. 413-420, 2002.
- [9] 안운애, "위치기반서비스를 위한 이동 객체 관리 시스템," *한국컴퓨터산업교육학회 논문지*, 4(12) pp. 985-998, 2003.
- [10] MIT Auto-ID Center(2003), <http://www.autoidcenter.org>