

유비쿼터스형 매장 관리를 위한 RFID기반 쇼핑동선 분석 시스템¹⁾

RFID-based Shopping Moving Line Analysis System for Ubiquitous Store Management

안재명*, 이종희**, 이종태***, 최정옥****,

* (주)리테일테크 대표이사 (retail@retailtech.co.kr)

** (주)리테일테크 기술연구소장 (ejonghee@retailtech.co.kr)

*** 동국대학교 산업시스템공학과 교수 (jtrhee@dongguk.edu)

**** 부천대학 인터넷과 교수 (jochoi@bc.ac.kr)

Abstract

본 논문에서는 RFID 기술과 지능형 에이전트를 이용하여 고객의 위치를 실시간으로 검출하고 각 구역별 유효쇼핑정보를 계산하여 고객의 쇼핑 동선을 효율적으로 분석할 수 있는 RFID기반 쇼핑동선 분석 시스템을 제안한다. 쇼핑 카트와 장바구니에 RFID 태그를 부착하고 고객의 실시간 위치를 상품 진열대에 설치된 RFID 리더와 안테나를 통해 파악한다. 파악된 고객의 쇼핑 위치와 각 상품군에서 소비한 시간 정보 및 구매정보를 유효 쇼핑시간 계산과 동선 보정 알고리즘에 적용하여 보다 정확하고 신뢰성 있는 쇼핑동선 정보를 생성한다.

1. 서론

최근 RFID(Radio Frequency Identification) 기술을 이용한 사용자의 인식에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 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[장세이 (2003), 김기현 (2004)]. 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 유비쿼터스 핵심기술인 RFID를 이용하여 대형 할인매장이나 대형 슈퍼마켓과 같은 오프라인 쇼핑몰에서 RFID 태그를 쇼핑 카트와 장바구니에 부착하여 매장안의 고객의 위치를 실시간으로 검출하고 쇼핑 동선을 파악하여 고객의 쇼핑 행태를 분석하고 이를 기반으로 매장관리를 효율적으로 할 수 있도록 유용한 정보를 제공해 줄 수 있는 RFID기반 쇼핑 동선 분석 시스템을 제안한다.

고객이 RFID 태그가 부착된 쇼핑 카트를 끌고 매장 안으로 입장할 때 자신의 매장 입장 정보를

고객카드를 인식할 수 있는 매장 단말기를 통해 시스템 서버에 전달한 후 쇼핑을 시작하면 각 상품 구역에 부착된 RFID 수신기의 안테나가 현재 고객 위치를 파악하고 위치 데이터를 시스템 서버에 전송하게 된다. 전송된 고객의 위치와 해당 구역에서 머무른 시간을 이용하여 유효 쇼핑 시간을 계산하고 각 고객의 쇼핑 이동 경로를 실시간으로 파악하여 쇼핑 동선 정보를 시스템 서버에 전송한다.

또한, 매장 안에서 고객의 각 구역별 쇼핑 시간과 쇼핑 동선을 파악하고 필요한 데이터를 추출 및 가공한 후 이를 고객의 쇼핑 프로파일과 구매 히스토리 정보와 상호 연결하여 가공된 정보는 매장의 효율적인 관리에 적용할 수 있다.

쇼핑 동선 파악 모듈에서는 UHF 대역(900MHz)의 RFID 리더로부터 수신된 고객의 위치 및 각 구역별 쇼핑시간 정보가 입계값을 이용한 유효 쇼핑 시간 계산 알고리즘에 의해 실시간으로 검출된다. 검출된 고객의 위치 정보는 전파 간섭현상에 의해 야기되는 동선의 끊김 현상을 보정해 주는 동선보정 알고리즘에 의해 고객의 유효하고 완전한 쇼핑 동선을 계산한다.

본 논문에서 제안하는 시스템 개발을 위해 필요한 기술은 3가지로 정리할 수 있다. 첫째, 매장 안에서 RFID 태그가 부착된 고객의 카트를 인식할 수 있는 RFID를 이용한 개체 인식 기술, 둘째, 고객의 현재 위치 및 쇼핑 동선 파악을 위한 데이터 무선 전송 및 저장 기술, 셋째, 고객화된 정보를 자동으로 생성하고 적시에 해당 고객에게 제공해 줄 유비쿼터스형 에이전트 기술이다.

2. 관련연구

2.1 이동 객체 및 고객 쇼핑 동선 분석

가) 전통적인 동선 분석

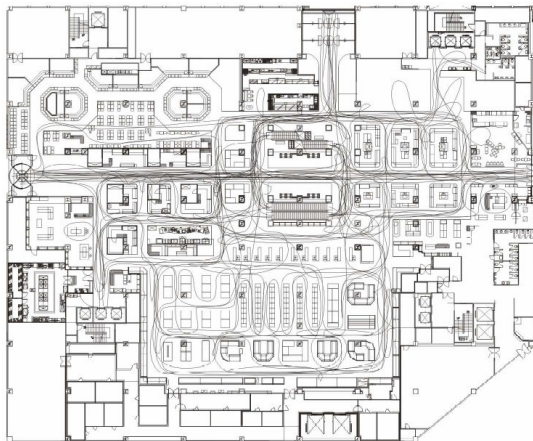
쇼핑 동선은 쇼핑몰에서 고객이 입장하여 퇴장할 때 까지 매장 안에서 상품의 구매를 위해 쇼핑하는 이동 경로를 말하며, 이러한 이동 경로를 도식화하여 고객이 쇼핑을 하면서 방문한 장소, 머무른 장소, 머무른 시간, 지나간 통로들을 파악할 수 있고, 파악된 정보를 기반으로 매장의 통로 구조를 변경하거나 상품을 재배치하여 최적의 고객 쇼핑 동선

1) 본 논문은 산업자원부의 2005년도 성장동력기술 개발사업의 지원으로 이루어졌음.

을 유도할 수 있다.

기존의 전통적인 동선 분석 기법은 직접 사람의 수작업을 거쳐 이루어졌다. 쇼핑 매장에 들어온 고객을 관찰자가 직접 따라다니며 고객이 이동한 경로를 파악하여 얻은 정보를 매장의 평면도에 그려서 고객들의 동선을 파악하고 분석하였다[김주영 (2004)].

평면도에 직접 펜으로 그려서 표현한 쇼핑 동선을 보고 특정 건물이나 특정 지역 내의 이동 경로에 대한 전체적인 흐름을 파악하였으며, 어느 지역에 많은 통행량과 혼잡성을 보였는지에 대한 분석을 하였다. 그림 1은 전통적인 동선분석 방법에 의한 개인 고객에 대한 동선을 누적하여 표현한 고객들의 동선도이다.



[그림 1] 전체 고객의 쇼핑 동선도

이러한 고객 쇼핑 동선을 하나의 매장 평면도에 계속 누적하여 그려서 하루 또는 일정 기간 동안의 전체 고객에 대한 동선도를 그려서 쇼핑몰을 방문하는 고객들이 실제로 자주 이용하는 통로와 그렇지 않은 통로를 가시적으로 표현하고, 실제 각 구역의 매출과 대비하여 개선점을 찾아 매장의 상품 배치나 레이아웃 변경에 참고 하였다.

이러한 수작업을 통한 매장 평면도 상의 동선 표현은 각 통로별 고객의 혼잡도를 대략적으로 파악할 수 있지만 현실적으로 전수 검사와 세부적이고 객관적인 표현에 어려움이 있으며, 매장관리와 고객관리를 위한 세부적인 분석은 불가능하다. 따라서 이러한 대략적인 샘플링 동선파악을 기반으로 전체적인 고객 동선의 특징을 정성적으로 파악하였다.

나) 비디오 영상을 이용한 동선 분석

Arthur (2002)는 레퍼런스 이미지의 픽셀들과 확실하게 다른 픽셀들의 군집을 검출된 영상에서 추출된 이미지에서 추적, 분열, 병합, 제거하기 위해 공통된 동선을 가진 고객들의 동선을 군집화 하는 클러스터 트래킹 기법을 제안하여 이를 매장의 출입하는 고객 수 계산과 이동 경로 파악에 이용하였다.

그림 2는 Arthur가 제안한 클러스터 트래킹 기법을 이용한 개인 고객 및 군집 고객의 위치 추적 화면이다. 군집을 분석할 때 우선 현재의 프레임을 바로 전 프레임과 비교하여 군집들의 픽셀 정보를 최적화하고, 새로 검출된 군집들은 앞뒤의 프레임

정보의 비교를 통해 변화된 이미지 정보의 위치 값으로 정의된다.



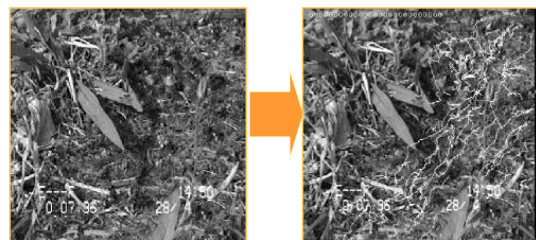
[그림 2] 비디오 영상을 이용한 동선 분석

위치 추적 대상의 수, 위치, 크기를 이용하여 이미지 상에서 일련의 군집화소를 생성하여 배경과 다른 대상과의 픽셀정보의 포함 확률을 이용하여 개별 고객 및 군집 고객의 위치 추적에 이용한다.

다) Disturbance Map을 이용한 동선 분석

Disturbance map을 이용한 동선 분석은 현재 이미지와 배경의 차로 disturbance map을 생성하고, 이것으로 여러 물체를 추적하는 방법으로 두 영상의 차이를 이용하는 기존의 방법은 계산이 간단하고 빠른 특징을 가지고 있다. Disturbance map은 현재 프레임에서 배경 이미지를 빼서 생성한 움직임의 분포도를 만드는 것으로 여기서 배경은 이전 프레임까지의 시간 평균에 historical weight를 두어 배경 영상을 생성하며 disturbance 분포는 프레임마다 재귀적으로 구한다[정양구 (2001)].

그림 3은 disturbance map을 이용하여 개미의 동선을 분석하는 영상이다.



[그림 3] Disturbance map을 이용한 동선 분석

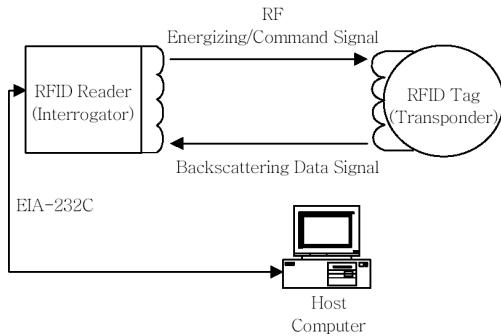
물체가 강체이고 느리게 움직이며 등속으로 optical flow나 움직임 벡터를 이용하는 방법은 추적 알고리즘에 들어가는 파라미터들이 매우 많아 계산 양이 많아지는 단점을 가지고 있으나 disturbance

map은 물체의 모양이나 크기에 관계없이 움직이는 모든 물체를 추적할 수 있으며 물체와 배경이 비슷하여 구별이 어려울 때도 효과적으로 움직이는 물체를 구분해 낼 수 있고 분할(segmentation)과 같은 기법을 거의 사용하지 않고도 완벽한 추적이 가능하면서도 잡음(noise) 및 조도 변화에 영향을 받지 않는다는 특성을 갖는다[이상욱 (1999)].

2.2 RFID 위치 인식 시스템

RFID기반 위치인식은 그림 4와 같이 고유 정보를 저장하는 RFID 태그(트랜스폰더), 판독 및 해독 기능을 수행하는 RFID 리더(interrogator), 태그로부터 읽어 들인 데이터를 처리할 수 있는 호스트 컴퓨터(서버), 응용 소프트웨어 및 네트워크로 구성된다.

태그는 송신기(TRANSMITTER)와 응답기(resPONDER)의 합성어(transponder)로 부르는데, IC 칩과 안테나 회로로 구성되어 태그와 리더 사이의 안테나와 RF 모듈에 의해 무선 접속으로 통신이 이루어진다[장재득 (2004)].



[그림 4] RFID 시스템 구성도

3. 기존 동선분석에서 문제점

동선을 파악하기 위한 기존의 여러 가지 기법들은 각각 나름대로의 장점과 특징을 가지고 있지만, 동선을 파악하고자 하는 대상이 쇼핑물을 방문하는 수천 명의 고객들이고, 동선을 파악하는 목적이 가능한 한 고객이 쇼핑물에 입장 시부터 퇴장 시까지 쇼핑을 하면서 나타나는 세부적인 이동경로 및 행태에 대한 객관적인 데이터를 수집하고 이를 통한 효율적인 매장관리나 마케팅을 수행하는 것이라는 관점에서 볼 때 여러 가지 문제점과 한계를 가지고 있다.

가장 전통적인 기법인 수작업에 의한 동선파악 기법은 관찰자가 고객을 일일이 관찰하며 도면에 기록을 하는 방법을 취하기 때문에 가장 정확하게 파악이 가능할 수 있지만 첫째, 현실적으로 수천 명의 고객에 대하여 매일 전수 검사한다는 것은 현실적으로 불가능하고 둘째, 관찰자의 성향에 따라 데이터의 신뢰도에 대한 편차가 심하며 셋째, 관찰된 자료를 디지털화하는데 어려워 다양한 교차 분석을 하기에는 불가능하다는 문제점을 가지고 있다.

비디오 영상을 이용한 동선분석 방법은 여러 가지 객체이동을 추출하는 기법을 이용하여 간단한 설비 투자로 매우 실제적이고 가시적인 영상자료와 함께 객관적인 데이터를 추출할 수 있음에도 불구하고, 첫째 카메라로 인식할 수 있는 공간의 한정

성으로 인하여 대형 쇼핑물에서의 적용이 어렵고, 둘째 수천의 고객들에 대한 식별(identification)을 영상으로 확인하는 것이 불가능하며, 셋째 한 프레임(frame)의 영상 데이터로 표현된 화면에서 수천 명의 개별 이동경로를 디지털 데이터로 구분하여 DB화하는 것이 현실적으로 어렵다는 문제점을 가지고 있다.

그러므로 기존의 방법들에 의해서는 신뢰할 수 있는 쇼핑시간, 이동경로, 쇼핑 동선, 체류시간 등의 데이터를 수집하는 것이 매우 어렵다.

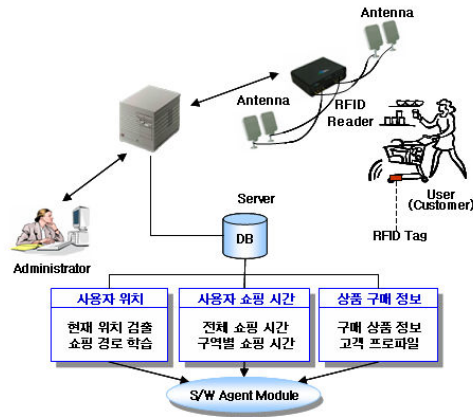
따라서 본 논문에서는 상기한 기존의 동선분석 시스템의 단점을 보완하여 오프라인 쇼핑물 환경에서 실시간으로 고객의 위치를 파악하여 자동으로 쇼핑 동선을 분석하여 지능적인 매장관리가 가능한 RFID기반 쇼핑 동선 분석 시스템을 제안한다.

4. RFID기반 동선 분석 시스템

4.1 시스템 설계

가) 시스템 구조

본 논문에서 제안하는 RFID기반 쇼핑 동선 분석 정보를 이용한 상품 추천 시스템에 대한 시스템 구조는 그림 5와 같다. 오프라인 쇼핑물에서 고객이 상품을 담기 위해 끌고 다니는 쇼핑 카트(cart)에 RFID 태그를 부착하고 RFID 리더와 안테나를 매장안의 각 구역에 설치하여 실시간으로 쇼핑 카트의 태그의 위치를 RFID 리더와 안테나로 수신하여 고객의 현재 쇼핑 위치를 검출하고 이를 연결하여 쇼핑 경로를 파악한다. 검출된 고객의 쇼핑 위치 및 검출 시간 정보를 시스템 서버에 보내어 해당 데이터를 데이터베이스에 저장한다.



[그림 4] 제안 시스템 구조

나) 제안 시스템의 구성

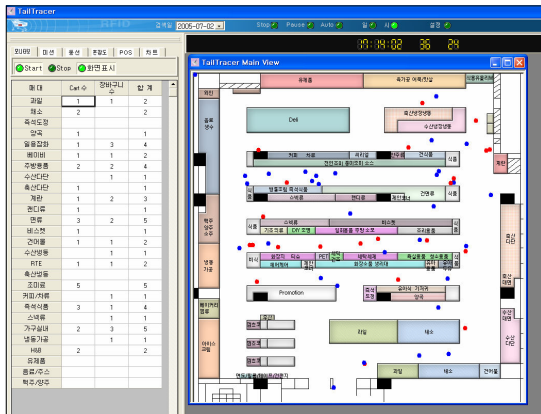
제안하는 시스템의 각 부분별 구성은 그림 5와 같다. 시스템 구성은 크게 4개의 부분으로 분류해 보면 사용자와 위치를 식별할 수 있는 사용자 태그, 태그를 인식하고 데이터를 처리하는 RFID 리더와 안테나 및 시스템 서버로 구성된 시스템 인터페이스, 지능형 학습 에이전트 모듈과 위치 추적 미들웨어로 구성된 위치추적 엔진 및 애플리케이션, 그리고 검출되고 계산된 정보를 저장하는 데이터베이스로 구성되어 있다.

5. 시스템 구현

제안하는 RFID기반 쇼핑 동선 분석 시스템은 J2SDK(Java 2 Standard Development Kit) v1.4.1과 Visual C++ v6.0 및 Flash MX 2004를 이용하여 구현하였다. 구현된 시스템은 쇼핑 동선 구현을 위하여 실시간으로 고객의 쇼핑 위치를 검출하고 이를 기반으로 개별 고객들의 쇼핑 동선을 구현한다.

5.1 실시간 쇼핑 위치 검출

그림 8은 실시간 쇼핑 현황 모니터링에 대한 인터페이스이다. 실시간으로 현재 매장의 각 상품 진열대에서 쇼핑하고 있는 고객들의 쇼핑 현황을 보이고 있다.

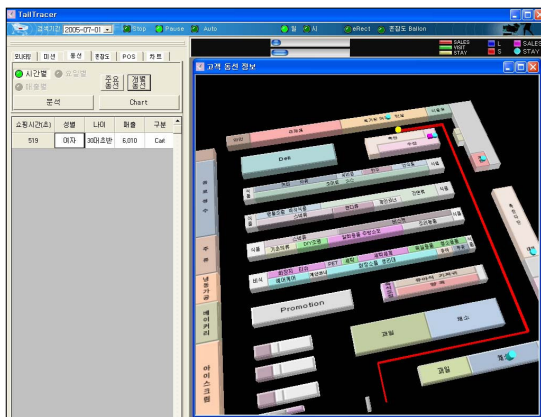


[그림 8] 제안 시스템의 실시간 쇼핑 현황

왼쪽에는 현재 매장 안에서 쇼핑중인 각 상품 진열대별 쇼핑 카트수와 장바구니수가 나타나고 오른쪽에는 각 구역의 쇼핑 카트와 장바구니 쇼핑 고객이 점으로 표시된다. 파란 점과 빨간 점으로 표시되는 것이 고객의 위치이며, 파란 점은 쇼핑 카트를 이용하여 쇼핑하는 고객이고, 빨간 점은 장바구니를 이용하여 쇼핑하는 고객이다.

5.2 개별 고객 쇼핑 동선 구현

그림 9는 개별 고객의 쇼핑 동선에 대한 인터페이스이다.

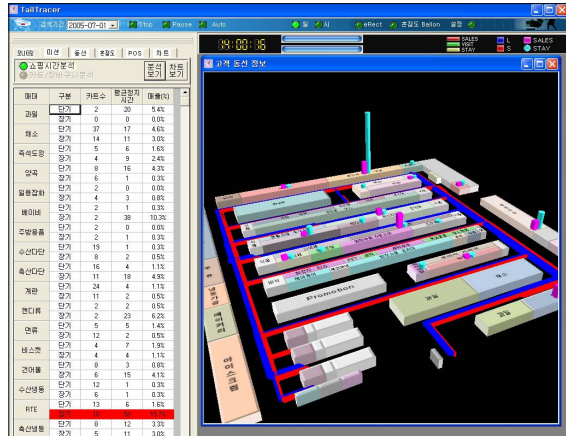


[그림 9] 제안 시스템의 개별 고객 쇼핑 동선
개별 고객의 쇼핑 동선뿐 아니라 선호구역 및 선

호구역에 대한 쇼핑 시간, 구매한 상품의 위치, 상품 구매 총액(매출)이 파악된다.

5.3 유효 쇼핑시간 및 구매 분석

시간대와 각 상품 진열대별로 고객들의 구역별 쇼핑 시간과 매출을 교차분석하기 위해 각 상품 진열대별로 고객이 소비한 쇼핑시간으로 구분된 단기 및 장기 고객들의 쇼핑한 카트수, 유효쇼핑시간, 매출율을 표로 확인할 수 있다. 그림 10은 특정일의 쇼핑시간과 매출의 교차분석에 대한 인터페이스이다.



[그림 10] 제안 시스템의 쇼핑 시간과 구매 분석

1일 간의 고객들의 누적 쇼핑 동선과 각 상품 진열대별 유효쇼핑시간과 매출율이 그래프로 표현된다.

5. 실험 및 평가

5.1 고객 쇼핑 위치 검출 실험

본 논문에서 제안하는 시스템의 실용적 증명을 하기 위하여 현장 실험을 하였으며, 현장 실험은 실제 운영 중인 매장에 직접 시스템 장비를 설치하여 실험하였다.

실험 장비로는 UHF-RFID 리더 4 대, RF 안테나(원편과 PATCH Antenna) 8set, EPC Class 1 태그 100개, LMR200 Coaxial Cable, 쇼핑 카트 10개, 장바구니 25개를 사용하여 각 상품 진열대별 안테나 위치에 따른 태그 인식에 대한 실험을 수행하였다. 각 상품 진열대별 안테나 위치 및 방향에 따른 태그 인식률과 쇼핑 카트/장바구니의 이동 방향(각도)거리에 따른 인식률에 대해 실험을 하였다. RFID 태그 인식을 위해 위치 인식 모듈(API)이 탑재된 서버와 RFID 리더를 연결하여 쇼핑 카트와 바구니에 부착된 태그 위치를 검출하였다.

상품이 진열되어있는 각 상품 진열대에 바닥과의 거리(높이)로 구분한 하단, 중단, 상단, 최상단에 안테나를 설치하여 쇼핑카트와 장바구니에 부착한 태그를 인식하게 하였다.

안테나와 태그의 거리를 다르게 하여 총 200회(쇼핑카트 100회, 장바구니 100회) 테스트하였으며, 안테나의 상품 진열대 위치별 인식률 테스트에서는 안테나 전방에 상품 차폐물의 유/무에 따라 인식률

이 크게 차이가 났으며, 상품 진열대의 위치 중에서는 상품 진열대 1, 2단에 해당되는 상품 진열대 하단에 안테나를 위치시키는 것이 가장 좋은 인식률(최대 90.0%)을 보였다. 상품 진열대별 인식률에 대한 실험한 결과는 표 1과 같다.

[표 1] 상품 진열대 위치별 검출 실험 결과

테스트 항목 설치 위치	안테나 위치 (바닥에서의 높이)	거리 (안테나와 태그)	인식률(%, 인식수/회수)	
			쇼핑 카트	장바구니
상품 진열대 하단 (차폐물 有)	52 cm	40~100cm	46%, (46/100)	33%, (33/100)
			90%, (90/100)	86%, (86/100)
상품 진열대 중단	85 cm	40~100cm	81%, (81/100)	83%, (83/100)
			71%, (71/100)	63%, (63/100)
상품 진열대 상단	120 cm	40~100cm	71%, (71/100)	63%, (63/100)
			66%, (66/100)	60%, (60/100)
최상단 (상품 진열대 최상단과 천장 사이)	225 cm	40~100cm	66%, (66/100)	60%, (60/100)
			60%, (60/100)	60%, (60/100)

또한, 안테나거리의 전과 간섭현상과 차폐물에 의한 전과 왜곡현상을 최소화 하여 최적의 인식률이 검출될 수 있도록 안테나의 방향(각도)에 따른 인식률 실험을 하였다.

[표 2] 안테나의 방향(각도)에 따른 검출 실험 결과

테스트 항목 안테나 위치	안테나 위치 (바닥에서의 높이)	방향(각도) (안테나와 태그)	인식률 (%, 인식수/회수)	
			쇼핑 카트	장바구니
상품 진열대 상단 태그 전방	120 cm	상->하 (45°)	90%, (90/100)	86%, (86/100)
			86%, (86/100)	83%, (83/100)
		상->하 (30°)	80%, (80/100)	76%, (76/100)
			80%, (80/100)	76%, (76/100)
		상->하 (10°)	80%, (80/100)	76%, (76/100)
			80%, (80/100)	76%, (76/100)
상품 진열대 중단 태그 좌우방	85 cm	좌->우 (45°)	63%, (63/100)	66%, (66/100)
			83%, (83/100)	81%, (81/100)
		좌->우 (30°)	83%, (83/100)	81%, (81/100)
			90%, (90/100)	87%, (87/100)
		좌->우 (10°)	90%, (90/100)	87%, (87/100)
			87%, (87/100)	87%, (87/100)
상품 진열대 하단 태그 전방	52 cm	하->상 (45°)	83%, (83/100)	80%, (80/100)
			91%, (91/100)	86%, (86/100)
		하->상 (35°)	91%, (91/100)	86%, (86/100)
			86%, (86/100)	83%, (83/100)
		하->상 (10°)	86%, (86/100)	83%, (83/100)
			83%, (83/100)	83%, (83/100)

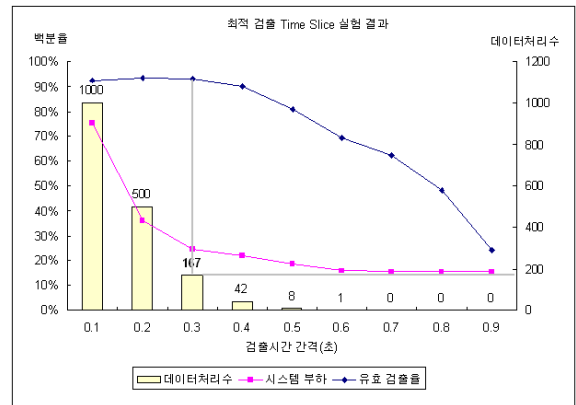
이동 중인 쇼핑 카트나 장바구니에 부착된 태그가 상품 진열대에 부착된 안테나와의 마주보는 각도 따라 인식률의 변화를 실험하였으며, 표 2와 같은 결과를 얻었다. 안테나의 방향과 태그와의 각도를 다르게 하여 총 200회(쇼핑카트 100회, 장바구니 100회) 테스트하였다.

안테나의 방향(각도)에 따른 태그 인식률 테스트는 태그의 수직 위치와 동일한 상품 진열대 위치에서 상하좌우 각도 0°일 경우 90% 이상의 인식률을 보였으나, 이것은 최적의 방향(각도)이므로 그 결과를 기술하지 않는다.

5.2 최적 위치 검출 시간간격 실험

대부분의 RFID 응용시스템에서는 리더기에서 데이터를 읽어 들이는 시간간격이 매우 중요하다. 이론적으로 리더기는 안테나를 통해 1초 이하의 간격에서 수천의 데이터를 동시에 인식할 수 있기 때문에 불필요한 자료를 처리하기 위한 시스템 자원을 낭비할 수 있기 때문이다.

제안시스템의 경우에도 쇼핑물에서 쇼핑하고 있는 수백 명의 고객의 위치정보가 동시에 리더기로부터 1초 이하의 간격으로 연속적으로 검출될 수 있으므로 리더기를 통해 얻어지는 동선 데이터가 실제로 이동하는 고객의 이동 데이터와 일치하면서 데이터 처리건수를 최소화 하여 시스템 부담을 최소화 할 수 있는 데이터 검출 시간 간격을 실험하는 것이 매우 중요하다. 실제로 중대형 쇼핑물의 경우 일 구매고객이 12,000명 이상이며 평균 쇼핑 시간을 40분 정도로 추정 했을 때 위치정보의 검출 데이터 건수는 1초 간격으로 검출했을 경우 약 3,000만건/일의 트랜잭션을 처리해야 한다. 따라서, 매장에서 실시간으로 고객의 쇼핑 위치 검출하여 그 위치정보와 시간정보를 수신하고 수신된 데이터를 저장하기 위한 최적의 시간 간격(time slice)을 도출하기 위한 실험을 하였으며, 그 결과는 그림 11과 같다.



[그림 11] 최적 시간간격 실험 결과

유효 검출율은 쇼핑매장에서 쇼핑에 이용되고 있는 모든 쇼핑 카트와 장바구니의 위치 데이터가 실시간으로 정확하게 수신되는지에 대한 정량으로서 전과 간섭현상 및 차폐물에 의한 전과 왜곡현상에 의해 수신되지 못한 데이터를 제외한 값이며, 시스템 부하는 방대한 데이터 처리에 대한 메인메모리의

이용률을 나타낸 것이다.

실제 매장에서 실험한 데이터를 기반으로 100명의 고객이 매장 안에서 RFID 태그가 부착된 쇼핑카트와 장바구니를 이용하여 쇼핑을 할 때 수신되는 고객의 위치 및 시간데이터의 처리수, 시스템 부하 및 유효 검출율을 실험한 결과이다.

그림 11에서 보이는 바와 같이 검출 시간 간격을 0.1초로 하였을 경우 100명의 위치 및 시간 검출 데이터 처리 수가 초당 1000건, 0.2초로 하였을 경우 데이터 처리수가 초당 500건, 0.3초로 하였을 경우 초당 167건, 0.4초로 하였을 경우 초당 42건이었다. 각 고객의 각 위치에서의 위치 및 시간 검출 데이터 수가 초당 1건 이상은 되어야 한다.

또한, 제안하는 시스템은 RFID 데이터 검출과 유효 데이터 필터링 외에 수신된 데이터를 분할하여 DB에 저장해야 하며, DB에 저장된 정보를 기반으로 쇼핑 동선 분석을 해야 하므로 데이터 검출 처리에서의 메인 메모리의 이용률이 50% 이상이 되면 원활한 실시간 처리가 불가능하기 때문에 시스템 부하 요소인 메모리의 이용률이 50% 미만이어야 한다.

유효 검출율은 수신되는 데이터에 대해 노이즈(noise)가 없는 정확한 데이터가 90% 이상 검출되어야 하므로 본 실험을 통해 위치 및 시간 검출 시간 간격(time slice)은 0.3초 간격이 최적의 값으로 나타났다. 유효 검출율에서 약 10%의 비검출율은 전파 간섭현상 및 차폐물에 의한 전파 왜곡현상에 의해 수신되지 못한 데이터 비검출율이며, 이는 끊긴 보정 알고리즘을 통해 보정한다.

6. 결론

본 논문에서는 UHF 대역(900MHz)의 RFID 리더 및 태그와 지능형 에이전트를 이용한 RFID 기반 쇼핑 동선 분석 시스템을 제안하였다.

제안하는 시스템은 대형 마트와 같은 오프라인 쇼핑물에서 RFID 태그를 카트에 부착한 후 RFID 태그와 리더기의 안테나를 이용하여 쇼핑하는 고객의 이동 경로와 각 구역에서의 쇼핑 시간을 에이전트가 탑재된 시스템에서 계산하여 고객의 쇼핑 동선을 구현하고, 그 정보를 분석하는 시스템이다.

제안하는 시스템은 고객의 쇼핑 위치와 각 구역별 쇼핑 시간을 정확히 측정하고 이를 고객의 상품 구매 프로파일에 매칭시켜 고객의 개별 및 군집 쇼핑 동선을 교차 분석하여 기존 연구와 기존 시스템에서 불가능했던 오프라인 쇼핑물에서의 실시간으로 고객의 쇼핑 동선을 분석하고 분석된 정보를 이용하여 효율적인 매장관리를 할 수 있도록 하였다.

구현된 시스템은 RFID 장비와 함께 현장 실험을 통해 이동 객체(쇼핑 카트)에 대한 식별 및 위치 검출의 정확도를 검증하였으며, 전파간섭이나 차폐물에 의한 끊긴 동선에 대해 지속적인 보정 실험을 통해 완전한 쇼핑 동선을 구현할 수 있었다.

제안하는 시스템은 기존에 불가능했던 오프라인 매장에서 고객 동선을 디지털 데이터로 객관적으로 수집하고 보정한 후 실시간 상품 추천을 가능하게 할 수 있으며, 향후 EPC가 확산 되었을 때 제안 시스템의 알고리즘과 구현방법은 다양한 응용분야에 기본 모델로 활용이 가능하다.

또한, 제안 시스템의 응용기술을 이용하여 POS(Point Of Sales) Transaction에 동선정보를 포함시켜 활용할 수 있으며, 자동으로 상품의 입출 현

황 파악이 가능한 지능형 선반(Smart-Shelf)과 연계하여 고객의 상품에 대한 관심 정도를 정밀하게 포함하는 선호도 계산 알고리즘으로 발전이 가능하다.

참고문헌

- Arthur E.C. (2002), From Cluster Tracking to People Counting, *IEEE International Workshop on PETS' 2002*, 3(1), 9-17.
- Raghu Das (2003), *An Introduction to RFID and Tagging Technologies*, IDTechEx.
- William P. Walsh (2003), *Research and application of RFID Technology to enhance aviation security*, IEEE, 2003.
- Klaus Finkenzeller (2003), *RFID Handbook*, WILEY.
- 장세이, 우운택 (2003), 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 센싱 기술과 컨텍스트 인식 기술의 연구 동향, *한국정보과학회지*, 21(5), 18-28.
- 김기현, 이정태, 류기열 (2004), RFID에 기반한 유비쿼터스 환경에서의 어플리케이션 프레임워크 구조, *한국정보과학회 춘계학술대회*, 31(1), 571-573.
- 김주영 (2004), *백화점 매장의 공간구조와 VMD에 따른 고객동선에 관한 연구*, 석사학위논문, 세종대학교 대학원.
- 정양구 (2001), *CCM Camera를 이용한 이동물체 자동추적 시스템에 관한 연구*, 석사학위논문, 연세대학교 대학원.
- 이상옥외 (1999), 특징기반 다중 물체 추적 시스템에 관한 연구, *대한전자공학회논문지*, 35S(11).
- 장재득, 장문수, 최송인 (2004), 무선 주파수 인식(RFID) 시스템 기술 분석, *한국전자통신연구소, 전자통신동향분석*, 19(2), 32-41.
- 김남양, 이공해 (2005), 대형매장의 쇼핑환경 개선을 위한 모델 설계 및 구현, *한국정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집*, 12(1), 1513-1516.
- 안재명, 이종희, 오해석 (2005), 지능형 매장관리를 위한 RFID 기반 쇼핑분석 시스템, *한국산학기술학회 춘계발표논문집*, 6(1), 136-139.
- 정민화 (2005), RFID 국제/국가 표준화 동향, *한국정보처리학회 학회지*, 12(5), 27-33.
- 이명애 (2005) RFID/USN 시장 동향, *한국정보처리학회 학회지*, 12(5), 84-92.
- 김정년, 박상성, 장동식 (2004), 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 RFID 기반 소프트웨어 개발, *한국정보과학회 춘계학술대회*, 31(1), 508-510.
- 안윤애 (2003), 위치기반서비스를 위한 이동 객체 관리 시스템, *한국컴퓨터산업교육학회 논문지*, 4(12), 985-998.