

RFID 기반의 환경 및 고객 프로파일 분석 지능형 에이전트 시스템 설계 및 구현

이근수^{1*}

¹한경대학교 컴퓨터공학과 교수

Design and Implementation of Intelligent Agent System Using Environment and Customer's Profiles Analysis based on RFID

Keun-Soo Lee^{1*}

¹Department of Computer Engineering, Hankyong National University

요약 본 논문에서는 RFID 기술을 이용한 유비쿼터스형 쇼핑몰을 설계하고 환경분석 데이터를 분석한 결과를 토대로 고객서비스를 제공하기 위한 방법으로 오프라인 쇼핑몰에서 실시간으로 고객의 위치를 파악하는 위치분석 시스템 설계와 개인화된 정보를 적시에 제공해 줄 수 있는 지능형 에이전트 시스템을 제안한다.

Abstract In this paper, we design an ubiquitous-type shopping mall using RFID(Radio Frequency IDentification) technology and a location analysis system which can locate customers in real time at off-line shopping malls as a way to provide any services to customers, based on the results of environmental analysis data. We also suggest an intelligent agent system which can provide a personalized information in time.

Key Words : RFID, Customer's Profile, Intelligent Agent System

1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅의 중요한 개념 중의 하나인 M2M(Machine to Machine) 개념은 기계들과 우리의 일상 생활 속에 널리 퍼져있는 기기들의 네트워크에 관한 것으로서 M2M 통신은 컴퓨터 본체에서부터 일상의 물건들까지 모두 상호 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 초소용 IC 칩에 식별정보를 입력하고 무선 주파수를 이용하여 이 칩을 지닌 물체, 동물, 사람 등을 판독, 추적, 관리할 수 있기 때문에 M2M에서 위치 추적 및 상황 인식을 가능하게 하는 역할을 하게 되어 이러한 새로운 개념의 서비스 및 비즈니스를 실현시켜줄 수 있는 핵심이

된다[1,2,5,6].

인터넷망을 기반으로 이루어지는 각종 e-Business의 Business To Customer분야에서는 고객의 프로파일 정보, 고객의 구매이력 데이터, 제품 정보 등과 같은 요소만을 이용하여 개별 고객의 취향을 파악하여 개인화 서비스를 제공하는 연구 및 응용기술이 다양하게 활용되고 있다.

초기에는 웹페이지에 재접속 시 학습되고 개인화된 상품정보와 맞춤 페이지를 제공함으로써 그 효과를 극대화하였다. 그러나 이러한 서비스는 이용자의 시공간적 한계를 벗어나지 못하는 단점이 있었고, 이후 무선 인터넷과 이동통신의 기술 개발이 활발히 이루어짐에 따라 시간과 공간에 구애받지 않고 개인화된 각종의 정보를 무선 인터넷 기반의 모바일로 연계하는 기술이 새로운 연구 분야 및 사업영역의 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 오프라인 쇼핑몰에서 실시간 위

본 연구는 한경대학교 2009년도 한경대학교 교비 해외파견 연구비의 지원에 의한 것이다.

*교신저자 : 이근수(kslee@hknu.ac.kr)

접수일 11년 09월 22일

수정일 11년 10월 02일

게재확정일 11년 10월 06일

지추적 기술과 USB 메모리와 RF가 융합된 Tag(이하 u-Card라 함)를 이용하여 위치추적 및 동선분석의 한계점을 개선하고 Reference Tag를 이용한 위치추적을 통해 정확하고 신뢰성을 향상시키며 차폐물 간섭에 의한 오차율에 대한 한계점을 개선한 알고리즘 및 위치추적엔진 모듈을 이용하여 오프라인 쇼핑물의 고객 프로파일을 관리하는 지능형 에이전트 시스템을 제안한다.

2. 관련 연구

2.1 구매데이터에 의한 가상 쇼핑 동선 검출

오프라인 매장에서 고객의 쇼핑 동선의 표현은 전통적인 수작업을 통한 표현 기법의 경우 조사방법의 한계로 객관적이고 세부적인 데이터를 얻기 어려우며, 동선파악을 위해 소요되는 인력과 시간이 과다하여 전수 검사가 불가능하다. 이를 보완하는 방법으로서 실제 고객의 구매 데이터를 이용하여 가상으로 쇼핑 동선을 추정하는 구매 데이터에 의한 가상 쇼핑 동선 검출이 있다[3].

구매 데이터를 이용하여 가상으로 고객의 쇼핑 동선을 표현하는 연구는 실제 고객의 구매 데이터를 역으로 추적하여 구매한 상품이 있는 구역을 이벤트 발생 지역으로 정의하고 그 이벤트 발생지역을 선으로 연결하여 표현하는 방법이다.

또한 구매와 관계없이 관심을 보인 상품들에 대한 관심 동선에 대한 추정은 불가능 하며, 쇼핑시간이나 구역별 체류시간에 대한 파악도 불가능하다. 따라서 이 연구는 구매한 상품의 위치를 최단거리로 연결하거나 고객들이 이동한 평균 동선으로 연결하므로 연결 동선에 대한 신뢰성이 현저하게 떨어지는 단점이 있다.

2.2 비디오 영상을 이용한 동선 분석

비디오 영상을 이용한 동선 분석은 주로 영상감시시스템에서 이용되어 왔으며, 입력영상에서 외부 침입에 해당하는 객체를 실시간으로 추출하고 추적하는 것에 연구가 집중되어 있다[4].

기존의 객체의 위치 추적 알고리즘으로는 크게 특징기반 방법과 이미지 기반 방법으로 나누어진다.

특징기반 방법은 한 장의 영상에 대하여 대표적인 특징 값을 구하여, 각 영상간의 특징 값의 차이가 임계값 이상이 되는 객체를 추출하는 방법인 저수준 해석, 유력한 객체 특징 후보들을 결정된 후 찾고자하는 객체의 형태를 추출하는 방법과 다양한 객체 모델들에 적용되는 유연한 배열들을 이용하는 방법을 이용하는 특징 해석방

법, 특징들의 실제적인 물리적 수준으로 객체를 묘사하는 능동 형상 모델 방법 등이 있다. 또한, 이미지기반 방법에는 객체의 추출 중 얼굴과 같은 특정 부분의 구분특징과 거리 값 등을 이용하는 선형 부분 공간 방법과 영상으로부터 분리된 영상패턴에서 여러 가지 특정치를 추출하고, 추출된 특정치 집합에 대하여 통계적 분석을 하여 주어진 패턴이 어떤 원형에 가까운지를 결정하는 통계적 방법이 있다.

이러한 비디오 영상을 이용한 객체 인식 및 위치추적 기법들은 움직이는 객체를 식별하고 움직이는 동선을 추적하는 곳에 많이 이용되고 있다.

2.3 RFID를 이용한 동선 분석

고객이 매장에 입장하면 그 때부터 고객의 위치가 RFID 리더와 안테나에 의한 자동으로 검출되고 고객의 쇼핑 위치 변화에 따른 쇼핑 동선이 구현되고 구현된 쇼핑 동선 정보를 분석하여 분석된 정보와 기존의 구매 내역 정보를 기반으로 고객의 상품 선호도가 계산된다. 계산된 상품 선호도를 통해 해당 고객의 다음 선호 쇼핑 구역 예측과 함께 실시간으로 선호 상품이 고객에게 추천된다.

추천된 상품을 고객이 구매하게 되면 이는 다시 구매 히스토리에 저장되어 해당 상품에 대한 선호도가 재계산되어 결과적으로 지속적인 학습에 의해 상품 선호도가 갱신된다. 추천한 상품에 대한 구매는 결과적으로 제안하는 상품 추천 시스템의 추천에 대한 정확률 계산이 가능하여 상품 선호도 계산에 대한 성능의 주요 평가 척도가 된다.

2.4 기존 동선 분석에서의 문제점

동선을 파악하기 위한 기존의 여러 가지 기법들은 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.

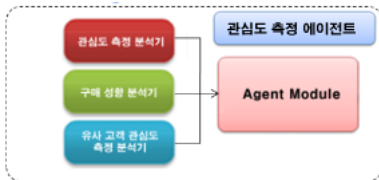
기존 RFID를 이용한 동선 분석 방법과 선호 상품 추천 기법은 제안하는 시스템과 유사성이 많지만 단순히 분석된 데이터를 통해 예측하여 데이터를 추출 한다는

문제점을 가지고 있다[6].

3. 고객 프로파일 및 위치추적을 통한 관심도 측정 에이전트

실시간 선호 상품 추천을 위해서 가장 먼저 수행 되어야 하는 것은 사용자의 위치 및 동선을 탐지 하여 사용자의 정보 및 관심도를 측정 하는 것이다. 이를 위해 관심도 측정 에이전트는 위치 추적 엔진을 통해 사용자의 위치를 제공 받으며 실시간으로 갱신되는 데이터베이스와 연동하여 u-Card를 소지하고 있는 고객에 대한 관심도 및 구매 성향, 유사 고객의 관심도를 측정 및 계산한다.

또한 관심도 측정 에이전트는 고객의 위치 및 동선을 탐지한 데이터를 가지고 고객의 식별, 관심도를 분석하고, 유사 고객의 관심도, 고객이 구매한 상품 등에 대해 데이터베이스에 실시간으로 적용되도록 한 후 관심도 측정 에이전트를 통해 고객의 관심도, 구매 성향, 유사 고객의 관심도를 분석한 후 활용하도록 하는데 그 목적이 있다.



[그림 1] 에이전트의 구조
[Fig. 1] Structure of agent

관심도 측정 에이전트는 그림 1과 같이 크게 3개로 분류가 되며 관심도 측정 분석기, 구매 성향 분석기, 유사 고객 관심도 분석기로 구성 되어 있다.

3.1 관심도 측정 분석기

관심도 측정 분석기는 위치 추적 엔진으로부터 고객의 위치 및 동선을 탐지한 데이터를 가지고 고객의 관심도를 측정하는 모듈이다. 실시간으로 전송되는 위치 및 동선 데이터 중에서 불필요한 데이터를 제거하는 데이터 필터링을 거쳐 유효한 데이터만을 계산해서 하게 된다. 이렇게 계산된 데이터를 가지고 매장의 위치 및 구역이 구축되어 있는 데이터베이스와 연동하여 구역 별로 정해져 있는 위치 값을 이용해 고객의 머무른 시간을 계산하여 고객의 관심도를 분석하게 된다. 분석된 데이터는 계산된 관심도를 저장하는 데이터베이스에 저장 되게 된다.

그림 2와 같이 위치 추적 엔진으로부터 고객의 위치 및 동선을 탐지한 데이터가 실시간으로 전송되면 데이터 필터링을 하여 측정 모듈에 전송하고 측정 모듈에서는 관심도를 파악하고 해당 데이터를 DB에 저장한다. 또한 위치 정보와 태그 정보, Flag 값을 위치추적 및 동선분석 시스템에 전송하고 위치추적 및 동선분석 시스템에서는 그 값을 가공하여 u-Card를 가지고 있는 고객의 관심도를 측정하게 된다.



[그림 2] 관심도 측정 분석기
[Fig. 2] Interest Measuring Analysis

3.2 구매 성향 분석기와 유사 고객 관심도 분석기

구매 성향 분석기는 u-Card에 의해 식별된 고객이 구매를 하면 식별된 고객의 정보와 함께 고객의 구매 이력을 구매 이력 데이터베이스에 저장 하고 저장된 이력 데이터를 다시 가공하여 측정 모듈에 전달한다. 측정 모듈에 수신된 데이터는 구매 성향 및 유사 고객의 관심도를 분석하기 위해서 유사 고객 관심도 데이터베이스와 구매 이력 데이터베이스, 고객 프로파일 데이터베이스가 상호 연결되어 있는 데이터베이스와 연동하여 구매 성향과 유사 고객 관심도를 분석하고 해당 데이터를 데이터베이스에 저장한다. 그림 3은 구매 성향 분석기와 유사 고객 관심도 분석기가 데이터를 처리 하는 과정이다.



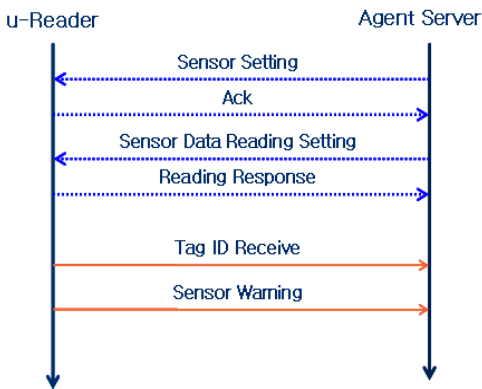
[그림 3] 고객 관심도 측정 분석기
[Fig. 3] Customer's Interest Measuring Analysis

상호 연결되어 있는 데이터베이스에 연동하여 u-Card를 가지고 있는 고객의 구매 이력과 관심도 측정 분석기를 통해 저장 되어진 유사 고객의 관심도 데이터를 계산하도록 구성 하였다. 계산된 데이터는 측정 모듈을 통해 데이터베이스에 저장 된다. 측정 모듈은 이러한 구매 이력과 유사고객의 관심

도는 u-Card를 소지하고 있는 고객의 관심도와 함께 처리하며, 선호 상품 추천 시스템에 전달되어 고객이 실시간으로 선호 상품을 추천 받을 수 있도록 한다.

3.3 Protocol

위치추적 및 동선분석 시스템에서 u-Reader로부터 u-Card의 데이터가 수신되는 통신 흐름은 그림 4와 같고, 에이전트가 u-Reader로부터 수신하는 센서데이터와 Tag 데이터를 분석하고 특정 동작 명령을 수행할 수 있도록 하였다.



[그림 4] 통신 Flow
[Fig. 4] Communication Flow

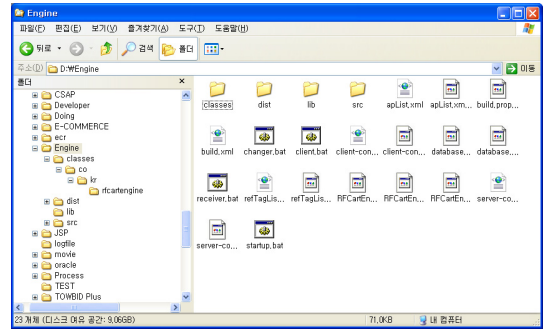
4. 실험 및 성능평가

제안하는 시스템은 서버의 하드웨어 사양으로 RAMdms 1GB이고, CPU가 1.73Ghz Duo Core 하는 시스템 기반에서 Windows XP Professional를 운영 체제로, Oracle를 데이터베이스로 사용하였다.

위치 분석을 위한 개발 언어로는 JAVA를, 선호 상품 추천 인터페이스는 Visual Studio .NET 2005를 사용하였다.

4.1 위치 추적 엔진의 실험

위치 추적 엔진은 매장의 각 구역에서 u-Card를 소지하고 있는 고객의 쇼핑 동선 및 위치 추적을 하는 기능으로 Server Agent와 Client Agent로 구성되어 있으며, Client Agent가 Server Agent에게 접속해서 실시간으로 위치 정보를 전송하게 된다.



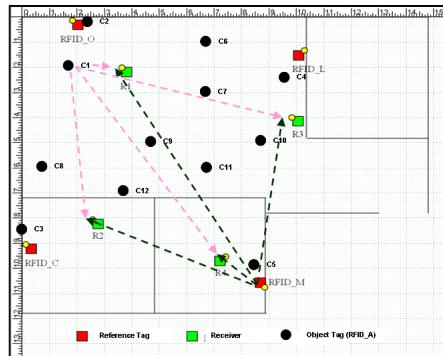
[그림 5] 엔진의 모듈 구조
[Fig. 5] Module Structure of Engine

그림 5는 Server Agent의 모듈의 구조이다.

4.2 제안 Reference Tag를 이용한 위치 계산 알고리즘

본 논문을 통해 하고자 했던 위치추적엔진의 가장 중요한 요소 중 하나의 위치계산의 오차를 최대한 줄이는 것이다.

제안 Reference Tag를 위치계산 알고리즘과 U-Reader와 참조 태그를 통해 실제 검증 테스트를 실시하였다. 검증 실험의 목표는 기존 위치 계산 알고리즘의 미흡한 점인 정확한 위치 계산과 방해물의 위치계산 오차 측정 등을 집중적으로 검증하여 알고리즘과 H/W의 성능을 전반적으로 확인하였다.



[그림 6] 참조 태그 테스트
[Fig. 6] Reference Tag Test

그림 6을 설명하면 검증 테스트는 당사 사무실에서 진행을 하였으며 Reference Tag 4개, u-Card 1개, RFID 무선수신기(U-Reader) 4개를 설치하고 u-Card의 각 위치 별로 100회의 테스트 정보를 동시에 저장하여 위치 계산 알고리즘을 검증하였다. 물론 위의 검증테스트를 진행하

기에 앞서 Reference Tag와 RFID 무선송수신기의 위치를 튜닝하여 최적의 설정이 되도록 하였다.

본 논문을 통해 어떻게 전파세기의 변화를 필터링하고 이러한 과정을 거친 데이터를 이용해 효과적으로 위치를 계산할 것인가에 대한 문제가 본 논문의 중요한 이슈가 되었다. 이에 대해 제안 하는 참조 태그(Reference Tag)를 활용하면 기존의 위치계산 알고리즘의 한계를 보완할 수 있다는 가능성을 확인하였다.

4.3 위치 추적의 성능 평가

본 논문에서 구현된 시스템의 경우 대형유통매장에서 사용할 경우 쇼핑하는 수백 명의 고객의 위치정보를 u-Reader를 통하여 검출하게 된다. 이때 위치검출을 위하여 취합되는 데이터의 정확성의 중요성은 당연하지만 위치 검출을 하는 장비의 비용이나, 쇼핑하는 수백 명의 고객들이 차폐물의 역할을 하여 오차에 영향을 주는 일 또한 발생 할 수 있다.

이러한 실험 평가를 하기위해 기존 RSSI Reference Tag 알고리즘과 제안 Reference Tag 알고리즘으로 비교 분석 하였다.

위치계산을 위한 구성도로서 u-Card 에서 전송되는 데이터는 u-Reader를 통하여 에이전트 서버에 데이터를 전송하고 위치추적 엔진에 각각 필요한 데이터를 보내준다. 이때 에이전트 서버는 제안하는 알고리즘을 통해 계산되어 진다.

상기한 내용과 같은 방법으로 위치계산을 하여 표1과 표 2와 같은 결과를 얻을 수 있었다.

[표 1] 시스템의 Calculated Position

[Table 1] Calculated Position of System

Case #	Real Position		Calculated Position			
			제안시스템		비교 시스템	
1	2	2	2.12	1.91	2.92	1.91
2	2	0.2	2.03	0.25	2.03	0.25
3	0.2	9	0.25	8.97	2.45	8.37
4	10.4	2	10.37	1.99	10.17	1.99
5	8.9	10.8	8.87	10.76	7.87	11.76
6	7	1	6.96	1.18	6.96	2.58
7	7	3	7.82	2.93	7.82	2.93
8	1	6	1.32	6.84	2.32	6.84
9	5	5	5.39	5.28	5.39	5.48
10	9	5	8.91	5.13	8.21	4.13
11	7	6	6.54	5.93	6.54	5.93
12	4	7	4.30	6.92	4.30	6.92

[표 2] 시스템의 Error Distance

[Table 2] Error Distance of System

Case #	Real Position		Error Distance			
			제안시스템		비교시스템	
1	2	2	-0.12	0.09	-0.92	0.09
2	2	0.2	-0.03	-0.05	-0.03	-0.05
3	0.2	9	-0.05	0.03	-2.25	0.63
4	10.4	2	0.03	0.01	0.23	0.01
5	8.9	10.8	0.03	0.04	1.03	-0.96
6	7	1	0.04	-0.18	0.04	-1.58
7	7	3	-0.82	0.07	-0.82	0.07
8	1	6	-0.32	-0.84	-1.32	-0.84
9	5	5	-0.39	-0.28	-0.39	-0.48
10	9	5	0.09	-0.13	0.79	0.87
11	7	6	0.46	0.07	0.46	0.07
12	4	7	-0.30	0.08	-0.30	0.08

기존 RSSI Reference Tag과 제안하는 Reference Tag의 위치 검출 실험에서는 거의 유사한 값을 나타내지만 차폐물에 의한 간섭이 있는 경우 상당한 차이를 보이고 있다.

4.4 제안 시스템과 비교 시스템의 성능

제안 시스템에서는 구매 이력, 관심도, 유사 조건 이력의 데이터를 제안 알고리즘으로 정확한 상품 선호도를 계산하여 관심도를 계산 해주게 된다.

기존 시스템과 제안시스템과의 성능평가에 대한 비교는 표 3에 나타난바와 같다.

[표 3] 시스템 성능 평가

[Table 3] Performance Evaluation of System

구분	기존 시스템 (Not RFID)	기존 RFID 시스템	제안시스템
고객 프로파일 분석	분석도구 부재로 불가능	분석도구 부재로 불가능	u-Card를 이용하여 가능
추천방식	웹기반 가상쇼핑몰에서의 상품 추천	오프라인 쇼핑몰에서 상품 추천	오프라인 쇼핑몰에서 실시간 상품 추천
선호 상품 관심도 계산	고객의 로그 정보 및 구매 이력만을 이용한 상품 선호도 계산	각 구역별 쇼핑시간 계산 및 구매 상품 정보 학습을 이용한 상품 선호도 계산	구매 이력, 관심도, 유사 조건 이력의 데이터를 제안 알고리즘으로 정확한 상품 선호도 계산
상품 추천 기법	사이트 로그인 선호 상품 추천	매장 쇼핑시 현재 위치에서 다음 쇼핑 위치를 예측하여 해당 상품 추천	고객 위치 파악을 이용하여 실시간 선호 상품 추천

5. 결론

본 논문을 평가결과를 정리하면 첫째, 다양한 고객의 위치 인식률 및 최적시간검출 실험을 통하여 90%이상의 높은 인식률과 최적 검출 시간을 측정하였으며, 둘째, 고객의 프로파일을 분석 및 관심도를 측정하여 고객에게 빠르고, 효율적인 선호 상품 추천을 할 수 있도록 정확성을 100%가까이 올렸으며, 셋째, 이러한 시스템을 통하여 오프라인 쇼핑몰에서 최적 환경조건을 구성할 수 있는 기틀을 마련하였다.

기존 유사 시스템에서 고객의 움직임 측정 또는 쇼핑 패턴 분석은 수작업이나, 영상 인식 시스템을 이용하여 동선을 검출하였으며, 회원정보 및 상품 구매 후에 발생하는 구매 정보를 이용하여 고객 관리나 상품관리에 이용하는 수준이었다. 이러한 시스템은 정확한 고객의 쇼핑 시간정보나 위치 정보 또는 구매 패턴을 분석하기에는 어려움이 있어 효율적인 관리가 어려웠다. 또한 고객이 원하는 상품의 위치 또는 정보를 실시간으로 해결해 줄 수 있는 방법은 없었다.

그러나 제안하는 시스템은 고객의 실시간 위치 정보와 쇼핑 시간을 정확히 측정하고 이를 고객 프로파일에 매칭시켜 개별 고객의 선호 구역과 선호 상품을 추천하여 효율적인 고객관리가 가능하고, 선호 상품을 추천 함으로써 쇼핑효과를 극대화하여 고객 만족도를 향상시킬 수 있는 시스템으로서, 기존 연구와 시스템에서 불가능 했던 오프라인 쇼핑몰에서의 활용이 가능하다. 유통 정보 분야에서는 온오프라인 실시간 선호 상품 추천 서비스 및 매장의 계산대에서 고객의 대기열 관리 시스템, 스마트 셸프(Smart Shelf)와 연동하여 상품 진열 관리 등에 적용 가능하다. 또한 USN 장비의 기술과 응용시스템을 이용하여 산불, 홍수, 대기오염 등과 같은 환경 모니터링과 같은 분야에도 적용이 가능한 시스템으로 지속적인 개발 및 보완을 통하여 자동화된 시스템으로서 적합하다.

References

- [1] Pham T.V., M. Worring M. and Smeulders A.W.M, "Face Detection by Aggregated Bayesian Network Classifiers," Technical Report 2001-04, Intelligent Sensory Information Systems Group, University of Amsterdam, 2001.
- [2] Rogers M. and Graham J., "Robust active shape model search," Proceedings of the 7th European Conference on Computer Vision, No. 4, pp. 517-530,

2002.

- [3] Justus H. Piater, Stephane Richetto and James L. Crowley, "Event-based Activity Analysis in Live Video using a Generic Object Tracker," IEEE International Workshop on PETS' 2002, Vol. 3, No. 1, 2002.
- [4] Arthur E.C. Pece, "From Cluster Tracking to People Counting," IEEE International Workshop on PETS' 2002, Vol. 3, No. 1, pp. 9-17, 2002.
- [5] Sang-Min, Lim, "Design of Intelligent Preference Goods Recommendation System Using Customer's Shopping Location Tracking and Moving Line Analysis on based RFID", Chungwoon Univ., 2009.
- [6] M.J. Pazzani, "A Framework for Collaborative, Content-Based and Demographic Filtering", Artificial Intelligent Review, pp. 394-408, 1999.

이 근 수(Keun-Soo Lee)

[정회원]



- 1993년 8월 : 숭실대학교 대학원 전자계산학과 (공학박사)

<관심분야>

정보통신, 패턴인식, 지식기반 시스템, 동작이해, 비디오 검색 등