

## 정황인지 RFID 시스템을 이용한 비정상 행동 예측 체계

채희서<sup>o</sup> 인 호

고려대학교 정보통신대학 컴퓨터학과  
{royalhs<sup>o</sup>, hoh-in}@korea.ac.kr

### Detecting Abnormal Behaviors Using The Situation-aware RFID System

Heeseo Chae<sup>o</sup> Hoh Peter In

Department of Computer Science and Engineering,  
College of Information and Communications,  
Korea University

#### 요 약

유비쿼터스 컴퓨팅의 중요한 핵심 분야인 Situation-Aware 컴퓨팅과 RFID 시스템을 결합한 SA-RFID 시스템을 통해, 제한된 장소에서 범죄나 사고 같은 비정상적인 행동을 예측하기 위한 시스템을 제안하였다. SA-RFID 시스템을 이용한 비정상 행동 예측 시스템은 변형된 SA-RFID Reader 시스템 아키텍처와 그에 특화된 SA Middleware를 통해 설계되었고, 비정상 행동 판단 시나리오를 이용하여 명실상부 유비쿼터스 시대에 걸 맞는, 사용자에게 보다 더 안전하고 편안한 생활을 보장해주는 서비스를 제공하게 될 것이다.

#### 1. 서 론

유비쿼터스 환경의 목표는 여러개의 개별적으로 개발된 시스템들을 상황에 맞게 통합하고 사용자의 편의를 위하여 맞춤형 서비스를 제공하는 것이다. 이러한 개념으로 제안된 유비쿼터스 컴퓨팅의 중요한 핵심 분야가 바로 Situation-Aware이며, 이는 다양한 원천으로 부터의 상황 정보를 통합하고 추론하는 서비스를 제공한다.[2]

또한 RFID(Radio Frequency IDentification)는 무선 주파수를 사용하여 비접촉 정보 액세스를 가능하게 하며 인간의 개입 없이 원거리 모니터링 및 트랜잭션 처리를 지원해준다. 이러한 RFID는 현재 교통, 전자화폐, 물류 등의 분야에서 다양한 용도로 사용되고 있다.[4]

이 논문의 목적은 앞에서 언급된 RFID 시스템에 Situation-Aware 컴퓨팅의 개념을 확장시켜 SA-RFID 시스템을 재정의 하고, 유비쿼터스 시대의 사용자에게 좀 더 안전하고 편안한 생활을 보장해주기 위함이다. 또한 이러한 목적을 위해, 제한된 범위내의 비정상적인 행동을 예측하는 응용 시스템에 대한 설계와 구현에 그 초점을 맞추고자 한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 SA-RFID 시스템의 정의와 개념적인 아키텍처를 제시하고, 3절에서는 비정상 행동 예측 시스템의 전체 아키텍처와 SA-Middleware 부분의 세부 아키텍처를 기술한다. 또한 예측 시스템의 시나리오를 제안하여 구체적인 활용방안을 언급하며, 마지막으로 4장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대하여 기술한다.

#### 2. SA RFID 시스템 (Situation-Aware RFID system)

##### 2.1 SA-RFID 시스템 정의

SA-RFID 시스템 (Situation-Aware RFID System)은

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 적합한 RFID 시스템으로서 [1], 태그로부터 획득된 정보를 SA를 통해 종합 판단하여 전체 시스템의 효율을 향상시킨다. 기존의 센서와 센서 네트워크에 의존하던 Situation-Aware 시스템과는 달리, 범용적으로 실용화 되고 있고 개발되고 있는 RFID 태그로부터 정보의 원천을 수집함으로써 그 활용가치에 중점을 두고 있다.

##### 2.2 SA-RFID 시스템의 개념적 아키텍처[1]

SA-RFID 시스템의 개념적인 아키텍처는 다음 그림1과 같다.

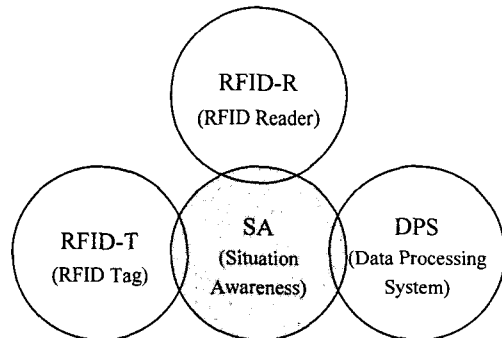


그림 1. SA-RFID 시스템 개념 아키텍처[1]

그림 1에서, RFID 태그(RFID-T, RFID Tag)는 식별 정보를 저장하는 역할을 담당하며 현재의 RFID 태그와 동일하다. RFID 판독기(RFID-R, RFID Reader)는 RFID 태그로부터 정보를 판독하는 역할을 수행하며, 데이터

처리 서버 시스템(DPS)은 기본적으로 RFID 리더기를 통해 획득된 정보를 활용하는 기능을 수행한다. 또한 SA core는 이용 정책과 관련된 정보를 지니며 전달된 상황 정보를 판단하여 적절한 행동을 결정해 준다.

RFID 시스템이 SA 기술을 지원하기 위해서는 tag로부터 상황 정보를 수집하는 기능, SA 기술을 적용할 수 있도록 이미 정의된 정황인지 인터페이스 명세 언어(SituationAware Interface Definition Language)에 대한 이용 정책, 정의된 이용 정책 및 수집된 태그 정보를 추론하여 유효한 행동을 결정하는 추론 기능이 요구된다. SA-RFID 시스템은 이러한 구성요소들을 지니고, 이 논문에서 제안하는 비정상 행동 예측 시스템은 이러한 SA-RFID 시스템을 효율적으로 응용하여 또 하나의 실용적인 유비쿼터스 환경을 제공한다.

3. 비정상 행동 예측 시스템

SA-RFID를 이용한 비정상 행동 예측 시스템이란, 제한된 장소에서 일어날 수 있는 범죄나 사고 같은 일반적이지만 못한 돌발 행동을 미리 예측하고, 그러한 행동을 미연에 방지하거나 신속하게 대처하기 위한 체계이다. 이러한 체계를 위해서는 몇가지 가정이 필요한데 그것은 다음과 같다.

assumption	contents
영역(scope)	지하철, 극장 같은 제한된 공공장소
user	제한된 장소로의 입장은 서비스를 받겠다는 암묵적 합의 (자신의 위치 및 태그 정보 제공)
RFID-T	공공장소 곳곳에 일정 간격으로 설치됨
RFID-R	모바일 형태의 단말기에 탑재 가능한 소형 리더기
DPS	제한된 공공장소마다 존재

표 1. 비정상 행동 예측 시스템의 가정 사항

3.1 비정상 행동 예측 시스템 아키텍처

SA-RFID 시스템의 여러 가지 type[1]중에 비정상 행동 예측 시스템에 적용되는 아키텍처는, 새로운 구성요소의 추가 없이 기존 RFID 시스템의 개념을 유지하면서 구성요소인 RFID 리더기의 기능을 확장할 수 있는 SA-RFID reader기반 시스템을 변형한 형태이다. 따라서 제안하는 아키텍처는 SA-RFID 시스템으로의 개량 및 활용이 용이하며, 기존의 센서 네트워크 기반의 아키텍처들에 비해 시스템의 복잡도가 높지 않다는 장점을 지닌다. 또한 RFID 태그 정보 판독과 단말내의 상황 정보를 하나의 구성요소가 수집함으로써 채널의 일관성을 유지할 수 있다는 장점도 지닌다.

반면, 이 아키텍처는 RFID 리더기와 DPS간의 원격 통신 기능, 태그 정보 수집 및 단말기내의 정보 수집 기능 등의 추가적인 기능들을 지녀야 한다. 따라서 다른 아키텍처들에 비해 RFID 리더기의 오버헤드가 크다는 단점을 지닌다.

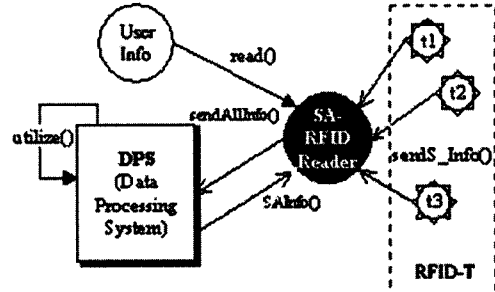


그림 2. 변형된 SA-RFID reader기반 시스템 아키텍처

비정상 행동 예측 시스템의 core 부분인 Situation-Aware Middleware는 기존에 연구되고 있는 정황인지 미들웨어 [2]를 소형 단말형태인 RFID Reader에 맞게 재구성한 구조를 나타내고 있다.

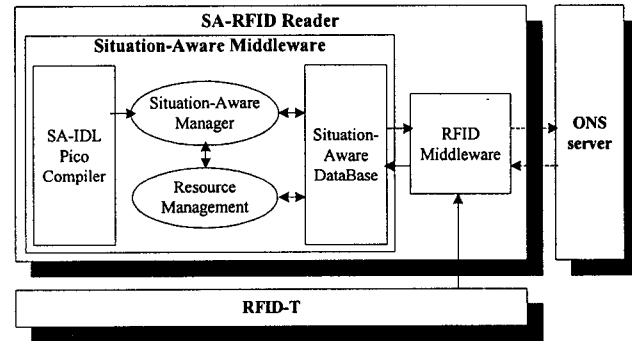


그림 3. SA Middleware 세부 아키텍처

그림 3에서 볼 수 있듯이, SA middleware는 주변 상황 정보를 저장하기 위한 SA DB와 데이터 및 각종 리소스를 처리하기 위한 Resource Management, 가공된 데이터를 SA-Manager가 처리할 수 있는 SA-IDL 형태로 변환하는 크소형 컴파일러 즉, SA-IDL pico Compiler, 마지막으로 사용자가 원하는 형태의 서비스를 제공할 수 있도록 상황에 대한 판단과 처리를 종합하여 수행하는 Situation-Aware Manager의 4부분으로 구성된다.

Situation-Aware DataBase는 tag로부터 전송된 상황 정보를 저장하고 이미 사용된 기존 정보를 함께 관리하는 SA-RFID시스템에 특화된 Database이며, Resource Manager는 SA DB로부터 전송된 tag 관련 정보와 모바일과 연동되어 제공되는 각종 정보를 수집하고 처리하기 위한 부분이다. 특히 Resource Manager는 형식이나 내용면에서 많은 차이점을 지니고 있는 data들을 종합하기 때문에 각각의 정보들을 통일된 형태로 변환하는 wrapping이나 정보의 수준을 맞추는 leveling 작업을 담당한다. SA-IDL pico compiler는 Resource Manager에서 전송된 data나 정보를 Situation-Aware Manager가 판단 및 추론 할 수 있도록 정황인지 인터페이스 정의 언어로 컴파일 하는 작업을 담당한다. 기존의 compiler는 소형 단말형태인 RFID-reader에서 작업을 수행하기에는

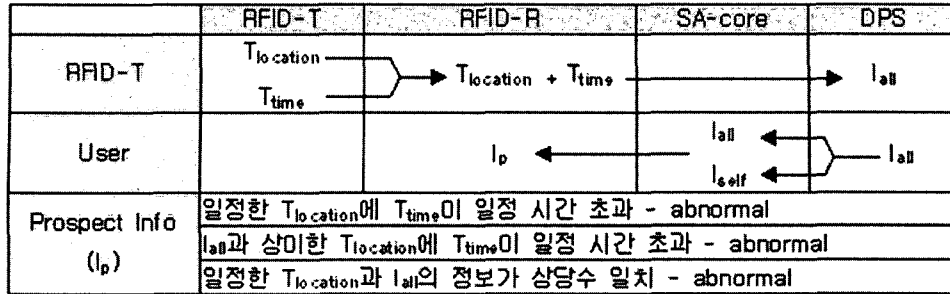


그림 4. 비정상 행동 예측 시스템 시나리오

시스템 내에서 차지하는 규모나 비중이 너무 방대하므로 SA DB와 마찬가지로 SA-RFID 시스템에 특화된 극소형 컴파일러를 사용한다. Situation-Aware Manager는 SA-IDL pico compiler로 부터 전송받은 컴파일된 data를 이용하여 사용자가 원하는 형태의 서비스를 제공할 수 있도록 상황에 대한 판단과 처리를 종합하여 최종 결정하는 작업을 담당한다. 이처럼 상황에 맞는 판단작업을 수행하고 Multi-modal information 처리를 위해 다중 추론 엔진이 사용된다.

### 3.2 비정상 행동 예측 시스템 시나리오

SA-RFID 시스템을 이용하여 비정상 행동을 예측하는 체계의 작동 매커니즘은 그림 4와 같다.

RFID-T로부터 수집 가능한 위치정보와 태그를 수집할 때 얻을 수 있는 시간정보를, RFID-R은 지역내 정보를 통합 수집하는 DPS로 전송한다. 제한된 장소 내의 유저들로부터 정보를 제공받은 DPS는 시간에 따른 일반유저들의 위치정보를 암호화해서 RFID-R에게 다시 전송한다. 이렇게 전송된  $I_{all}$ 를 RFID-R 내부의 SA Middleware에서 자신의 정보와 비교 판단하여 최종 산출물인  $I_p$ 를 사용자에게 제공하게 된다.  $I_p$ 가 제공하는 주변의 비정상 행동 예측 정보를 통해 사용자는 공공장소 같은 제한된 장소에서 자신의 안전을 보장받을 수 있게 된다.

최종 산출물인  $I_p$ 가 판단되는 기준은 지속된 업데이트를 통해서 확장시켜가겠지만 현재 연구되고 있는 case는 다음과 같다. [3]

- $T_{location}::T_{time}$  : 일정한  $T_{location}$ 에  $T_{time}$ 이 일정 시간 초과 - 특정장소에 비정상적인 시간 동안 체류하는 것으로 간주, 비정상적인 행동으로 판단된다.
- $I_{all}::T_{location}::T_{time}$  :  $I_{all}$ 과 상이한  $T_{location}$ 에  $T_{time}$ 이 일정 시간 초과 - 인적이 드문 곳에 비정상적으로 체류하는 것으로 간주, 비정상 행동으로 판단된다.
- $I_{all}::T_{location}$  : 일정한  $T_{location}$ 과  $I_{all}$ 의 정보가 상당수 일치 - 특정장소에 비정상적으로 많은 인파가 몰려있는 것으로 간주, 비정상 상태로 판단한다.

### 4. 결론

유비쿼터스 환경을 대표하는 Situation-aware 컴퓨팅과 전 세계적인 규모로 확장되어 사용되는 RFID 시스템을 결합한 SA-RFID 시스템을 통해, 사용자의 생활 안전을 보장하는 비정상 행동 예측 시스템을 제안하고 SA-RFID reader기반의 시스템 아키텍처와 그 핵심인 SA middleware 세부 아키텍처를 기술하였다. 또한 효율적인 시스템의 활용을 위해 비정상 행동 예측 시스템의 시나리오를 언급하여 보다 뚜렷한 매커니즘을 제시하였다. 제안된 시스템은 기존의 센서 네트워크에 의존했던 SA 컴퓨팅과 달리 일반적으로 접근할 수 있는 RFID tag를 이용함으로써 다양하고 광범위한 응용이 가능하며, 기존 시스템의 무리한 변형 없이 미들웨어 형태로 삽입하여 서비스를 제공할 수 있다는 장점을 지닌다.

향후 연구 방향으로 Situation-aware 컴퓨팅을 위한 명세언어 확장 및 컴파일러의 개량이 필요하고 빠르고 정확한 판단정보를 제공하기 위한 추론엔진의 지속적인 업데이트와 연구가 필요하다. 또한 지속적인 시스템의 실험과 검증을 통하여 프로토타입의 구현과 개량이 필요하다. 앞으로 위에서 언급된 점을 보완하고 RFID 시스템과 SA Middleware의 호환성을 높이기 위해 본 시스템을 정량적으로 평가하는 것이 가장 시급한 향후 연구 과제라고 할 수 있다.

### 참고 문헌

- [1] D. Jeong, Y.-G. Kim, and H. P. In, "New RFID System Architectures Supporting Situation Awareness under Ubiquitous Environments," Science Publications, Journal of Computer Science, Vol. 1, No. 2 (2005) 114-120
- [2] 이동현 인호, "정황인지 유비쿼터스 엔터테인먼트" 한국 컴퓨터 종합 학술대회, Vol. 32, 2005, No. 1, P445-447
- [3] Didier Aubert, "Passengers Queue Length Measurement", Image Analysis and Processing, 1999. International Conference on. 1999, 1132-1135
- [4] K. Finkenzerler, "RFID Handbook: Radio-Frequency Identification Fundamentals and Applications," John Wiley & Sons, 2000.