

중첩된 모델들을 통한 비정상 행동 예측 시스템 평가

채희서^o 이택 이동현 인 호

고려대학교 정보통신대학 컴퓨터학과

{royalhs^o, comtaek, tellmeherny, hoh-in}@korea.ac.kr

Evaluation of Abnormal Behaviors Detecting System Using Piled Models

Heeseo Chae^o Taek Lee Donghyun Lee Hoh Peter In

Department of Computer Science and Engineering,

College of Information and Communications,

Korea University

요약

앞으로 있을 유비쿼터스 환경을 위해 Situation Aware 기반의 RFID 시스템의 다양한 응용사례로 비정상 행동 예측 시스템을 제안하였고, 이렇게 제안된 SA-RFID 시스템을 바탕으로 비정상 행동 예측 시스템을 시나리오 별 모델로 분류하여 각 모델별 동작 메커니즘과 세부 고려사항등을 제안한다. 또한 이러한 각각의 모델들의 프로토타입 테스트를 통해, 모델들의 중첩으로 이루어진 전체 시스템을 모델별 평가를 통한 신뢰도의 향으로 검증하고자 한다.

1. 서론

SA-RFID 시스템 (Situation-Aware RFID System)은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 적합한 RFID 시스템으로서 [1], 태그로부터 획득된 정보를 Situation-Aware를 통해 종합 판단하여 사용자에게 맞는 서비스를 제공하는 기능을 한다. 기존의 센서와 센서 네트워크에 의존하던 Situation-Aware 시스템과는 달리, 범용적으로 실용화 되고 있고 개발되고 있는 RFID 태그로부터 주로 정보의 원천을 수집함으로써 그 활용가치에 중점을 두고 있다. 또한 RFID 태그를 리더기로 읽어서 중앙 시스템으로 정보를 전송하던 형태의 한정된 역할만 하던 기존의 RFID 시스템에, Situation-Aware 개념을 적용함으로써 태그 식별정보의 단순한 판독 연산을 넘어선 상황추론 수준의 역할 확장으로 RFID 시스템의 활용도를 향상시킬 수 있다.

이러한 SA-RFID를 이용하여 제한된 장소에서 일어날 수 있는 범죄나 사고 같은 일반적이지 못한 돌발 행동을 미리 예측하고, 그러한 행동을 미연에 방지하거나 신속하게 대처하기 위한 체계가 비정상 행동 예측 시스템이다. 본 논문에서는 제안된 시스템의 모델을 모델별로 분류하고 테스트하여 모델들의 중첩으로 이루어진 시스템을 검증함으로써 모델의 신뢰성을 확보하고 다양한 모델의 정립을 지원한다.

2. Using SA RFID : 비정상 행동 예측 시스템

2.1 비정상 행동 예측 시스템 모델

SA-RFID 시스템을 이용하여 비정상 행동을 예측하는

체계의 작동 매커니즘은 그림 1과 같다.

RFID-T로부터 수집 가능한 위치정보와, 태그를 수집할 때 얻을 수 있는 시간정보를 RFID-R은 지역 내 정보를 통한 수집하는 DPS로 전송한다. 제한된 장소 내의 유저들로부터 정보를 제공받은 DPS는 시간에 따른 일반유저들의 위치정보를 암호화해서 RFID-R에게 다시 전송한다. 이렇게 전송된 I_{a1} 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. [2]

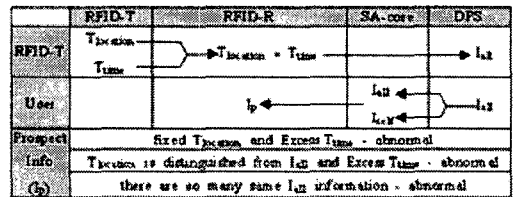


그림 1. 비정상 행동 예측 시스템 모델 시나리오 [3]

최종 산출물인 I_p 가 판단되는 기준은 지속된 연구를 통해서 확장시켜가겠지만 현재 연구되고 있는 모델은 2.3 절에서 자세히 설명한다.

2.2 비정상 행동 예측 시스템 모델링 고려사항

제안한 approach를 모델 별로 접근하고 구성하기 위해서 비정상 행동 예측 시스템에서 고려하고 있는 파라미터는 다음과 같다. [2]

Procedure	Description
$T_{location}$	Tag 정보로부터 읽어오는 위치정보
T_{time}	Tag 정보를 읽어올 때 기록되는 시간 정보
I_{all}	같은 공간에 있는 사람들의 위치와 시간 정보. ($T_{location}, T_{time}$)
I_p	현재 상황에서 비정상행동이 일어날 수 있다는 경보 정보 ($T_{location}, T_{time}$)
I_{self}	사용자의 현재 상황 정보 ($T_{location}, T_{time}$)
T_{time_sa}	SA-core가 가지고 있는 판단의 기준이 되는 정상 시간
SA_n	SA-core가 가지고 있는 판단의 기준이 되는 정상 인원수

표 1. 비정상 행동 예측 시스템의 파라미터

이러한 파라미터들의 값을 통해 비정상 행동 예측 시스템 모델을 구성하고 동작하게 하기 위한 주요 프로시저는 다음과 같다.

Procedure	Description
read_location()	태그의 위치정보를 읽어온다
getTag_time()	태그의 정보를 읽어올 때의 시간 정보를 기록한다.
send_SAInfo()	다양한 상황정보를 dps 로 전송한다
send_Allinfo()	취합된 모든 인원의 상황정보를 유저에게 전송한다. (암호화)
judgment()	SA middle 를 통해 상황을 추론하고 I_p 를 산출해낸다.

표 2. 비정상 행동 예측 시스템의 프로시저

이러한 파라미터와 프로시저로 비정상 행동 예측 시스템의 모델이 구성되고 각각의 모델들의 구성과 예측 인식을 알 수 있다.

2.3 비정상 행동 예측 모델 [2]

2.3.1 $T_{time}::T_{location}$ 모델

$T_{time}::T_{location}$ 모델의 시작은 read_location()으로 태그를 읽고 $T_{location}$ 의 정보를 리더기가 수신하는 것으로 시작된다. $T_{location}$ 을 읽을 때의 시간은 getTag_time() 함수를 통해서 T_{time} 으로 체크가 된다. 이러한 시간 및 위치 정보와 그 외의 정보를 추론하여 종합된 상황정보를 리더기에서 DPS로 보내는 함수가 send_SAInfo()이다. 이러한 정보들을 각 사용자로부터 전송 받아 암호화하여 다시 사용자들에게 주변 상황 정보를 보내주는 것은 send_Allinfo()의 역할이고 이러한 일련의 과정을 거쳐서 누적되는 상황정보를 어떤 단계에서 어떻게 처리할 지가 모델의 성격과 예측 인식을 결정하게 된다.

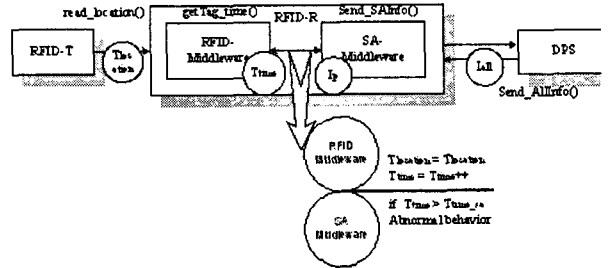


그림 2. $T_{time}::T_{location}$ 모델

시간이 지날수록 getTag_time()으로 받은 T_{time} 은 증가하는데 read_location()으로 얻은 $T_{location}$ 의 변화가 없으면 시스템은 비정상 행동이라 간주하고 경보를 발생한다. 이때 기준이 되는 T_{time} 은 리더기 안의 SA-middleware (SA-core)의 SA-DB에 저장된 T_{time_sa} 이다. 만일 경보가 울렸는데 normal 상태로 판명되면 detecting 실패로 판단하고 SA-DB 정보를 update하며, 경보가 울렸고 abnormal 상태로 판명되면 비정상행동 예측이 성공했다고 판단하여 현재 SA-DB를 유지하게 된다.

2.3.2 $T_{location}::I_{all}::T_{time}$ 모델

$T_{location}::I_{all}::T_{time}$ 모델의 시작은 $T_{time}::T_{location}$ 모델의 시작과 다를 것이 없다. 콤포넌트간 정보의 교환이 이루어지는 일련의 과정이 똑같이 진행되고 그에 따라서 누적되는 상황 정보 중 $T_{location}$ 과 I_{all} 의 관계에 따른 T_{time} 변화로 비정상 행동을 예측하게 된다. send_SAInfo()를 통하여 사용자들로부터 수집된 I_{all} 과 동떨어진 위치에 있는 $T_{location}$ 이 파악되고, 상황정보 중 그 $T_{location}$ 정보와 매칭되는 T_{time} 정보가 계속 증가할 경우 시스템은 이를 비정상 행동이라 간주하고 경보를 발생한다. 이전 모델과 같이 판단의 기준이 되는 T_{time} 은 T_{time_sa} 이다.

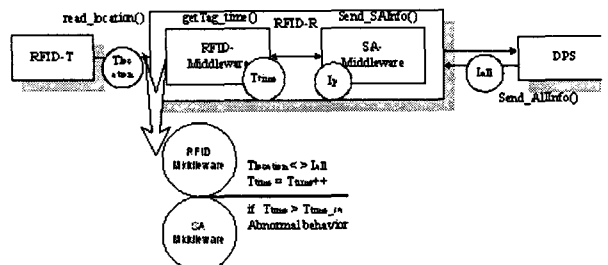


그림 3. $T_{location}::I_{all}::T_{time}$ 모델

2.3.4 $I_{all}(k)::I_{all}(k+1)$ 모델

$I_{all}(k)::I_{all}(k+1)$ 모델 역시 시작은 $T_{time}::T_{location}$ 모델의 시작과 같다. 다른 점이 있다면 콤포넌트간 정보의 교환이 이루어지는 일련의 과정 중에 누적되는 상황정보 중 I_{all} 의 일

치도에 따라 비정상 행동을 예측하게 된다는 점이다. send_SAInfo()로 DPS에서 수집된 사용자들의 I_{all} 이 send_Allinfo()를 통하여 다시 SA-core로 전송되는데, 이때 대다수의 I_{all} 이 일치하거나 가까운 경우에 시스템은 비정상 행동이라 간주하고 경보를 발행한다. 다른 모델들과는 다르게 기준이 되는 값은 T_{time} 이 아닌, 일치되거나 비슷한 I_{all} 의 개수이며 리더기 안의 SA-DB에 저장된 SA_n 이다.

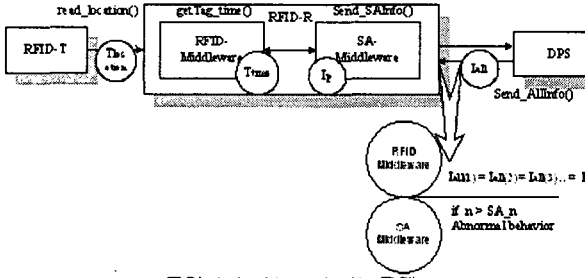


그림 4. $I_{all}(k)::I_{all}(k+1)$ 모델

$T_{location}::I_{all}::T_{time}$	300	5
$I_{all}(k)::I_{all}(k+1)$	250	3

표 4. 모델별 인식 결과

결국 전체시스템의 오작동 확률은 모든 모델 결과값의 확률을 더한 4.741%보다 작게 나옴을 알 수 있다.

4. 결론

기존에 제안했던 SA-RFID 시스템을 바탕으로 비정상 행동 예측 시스템을 시나리오 별 모델로 분류하여 각 모델별 동작 메커니즘과 세부 고려사항등을 알아 보았다. 또한 이러한 각각의 모델들의 프로토타입을 테스트하고, 모델들의 중첩으로 이루어진 전체 시스템을 모델별 평가를 통한 신뢰도의 합으로 검증 할 수 있었다.

향후연구는 다음과 같다. 보다 다양한 모델을 연구하여 좀 더 신뢰성 있는 시스템을 구축하고, 더 많은 빈도수의 시스템 테스트를 통해 SA-DB의 갱신으로 인한 안정성있는 시스템을 구축하는 것이 급선무일 것이다. 또한 앞으로의 유비쿼터스 환경을 위해 Situation Aware 기반의 RFID 시스템의 다양한 응용사례를 통한 시스템의 확장이 필요할 것이다.

3. 비정상 행동 예측 시스템 모델 검증

제한한 비정상 행동 예측 시스템 모델의 신뢰성을 보여주기 위해 각각의 모델들의 중첩 효과를 평가한다. 예상할 수 있는 시스템의 동작 표는 다음과 같다.

	abnormal	normal
시스템에 포착	시스템 정상 동작	시스템 비정상 동작
시스템에 통과	시스템 비정상 동작	시스템 정상 동작

표 3. 예상되는 시스템 동작

이러한 예상 시스템 동작 표에서 시스템에 포착되었음에도 불구하고 normal로 판명되거나, 시스템을 통과했음에도 불구하고 abnormal이라고 판단되는 경우가 발생되면 시스템은 그 신뢰성을 잃어버리게 된다. 물론 제한된 시스템의 SA-DB 갱신으로 시간에 따른 인식률이 증가하지만 해당 항목에 대한 근본적인 시스템의 검증이 필요하다.

3.1 중첩 모델 설정

$P(T_{time}::T_{location} \cup T_{location}::I_{all}::T_{time} \cup I_{all}(k)::I_{all}(k+1)) < P(T_{time}::T_{location}) + P(T_{location}::I_{all}::T_{time}) + P(I_{all}(k)::I_{all}(k+1))$ 이므로 각각의 모델들의 동작 결과를 통해서 전체 시스템의 확률을 유추할 수 있다.

3.2 중첩된 모델들을 통한 평가 결과

모델	측정 횟수	잘못된 인식 횟수
$T_{time}::T_{location}$	320	6

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] Heeseo Chae, Taek Lee, Hoh Peter In, "Situation Aware RFID system: Evaluating abnormal behavior detecting approach", 3rd Workshop on Software Technologies for Future Embedded & Ubiquitous Systems, 2006, 4
- [3] Didier Aubert, "Passengers Queue Length Measurement", Image Analysis and Processing, 1999. International Conference on. 1999, 1132-1135