

主題

상황 인지(Situation-Aware) RFID 시스템 아키텍처

고려대학교 공과대학정보 통신기술공동연구소 정 동 원
고려대학교 정보통신대학 컴퓨터학과 인 호¹⁾

차 례

1. 서 론
2. 관련연구
3. SA-RFID 시스템에서의 이용 정책
4. SA-RFID 시스템 정의 및 분류
5. SA-RFID 시스템 아키텍처별 특성
6. 결 론

1. 서 론

RFID(Radio Frequency IDentification)는 무선 주파수를 이용하여 비접촉 정보 액세스(읽기)를 가능하게 하며 인간의 개입 없이 원거리 모니터링 및 트랜잭션 처리를 지원해 준다. 이러한 RFID는 현재 교통, 전자화폐, 물류 등의 분야에서 다양한 용도로 사용되고 있다[1, 2, 8]. 1)

향후 컴퓨팅 패러다임의 변화와 기술의 발전은 현재의 RFID 시스템에 대한 보다 광범위하고 폭넓은 활용성을 요구하게 될 것이다 특히, 현재 차세대 컴퓨팅 환경으로 인식되고 있는 유비쿼터

스 컴퓨팅(Uniquitous Computing) 환경에서는 다양한 기능을 지닌 센서들이 우리의 생활환경 곳곳에 위치하여 많은 상황 정보를 제공해 줄 것이다[4, 5, 6]. 이러한 다양한 응용환경에 RFID 기술을 활용하기 위해서는 현재의 제한적인 RFID 시스템의 기능 확장이 필수적으로 요구된다. 여기서 제한적인 기능이란 현재의 RFID 시스템 기능이 단순히 개체를 식별하고 인식을 위해서만 이용되고 있음을 의미한다. 즉, 현재의 RFID 시스템은 주변의 상황에 대한 고려 없이 단순히 식별 정보만을 읽어 내어 처리하는 기능만을 제공한다. 예를 들어, 임의의 RFID 태그의

1) 책임저자(corresponding author) 정보

- 책임저자 이름 : 인호(Hoh In)
- 책임저자 소속기관 및 주소 : 고려대학교, 컴퓨터학과, 서울 성북구 안암동 5가 1번지

정보를 특정 시간 내에 또는 특정 장소에서만 이용할 수 있도록 한다고 가정해 보자. 현재의 RFID 시스템 아키텍처는 이러한 이용 정책을 고려하지 않는다. 그러나 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 위치 정보를 감지하는 센서로부터 이 정보를 받아서 특정한 시간에 태그로부터 식별한 객체의 이용 가능성 여부를 결정해야 하는 경우가 발생한다. 즉, 접근 허가를 위해서는 센서로부터 유효한 위치 정보를 받아야 하며 만일 유효한 위치 정보가 아니거나 혹은 센서로부터 위치 정보를 받지 못할 경우, 또는 특정 시간외의 경우 접근이 불허된다.

이와 같이, 다양한 센서로부터 획득된 정보를 기반으로 RFID 시스템에 대한 다양한 이용 정책을 결정하고 활용할 수 있도록 하기 위한 확장된 RFID 시스템 아키텍처가 정의되어야 한다. 이를 위해서는 상황 정보를 정의하고 해석하기 위한 방법이 필수적으로 요구되며, 추가적으로 다양한 센서의 정보를 어떻게 관리할 것인가에 대한 문제도 고려되어야 한다.

이 논문의 목적은 주변의 상황 정보를 이용하여 RFID 태그에 대한 이용 정책을 정의하고 이를 토대로 상황에 적용하는 상황 인지(Situation-Aware) RFID 시스템 아키텍처를 제안하고자 한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 현재의 RFID 시스템과 상황 인지 기술에 대하여 기술한다. 제 3장에서는 SA-RFID 시스템에서의 이용 정책 정의와 그 관리 방법에 대하여 기술한다. 제 4장에서는 상황 인지 기술을 접목한 SA-RFID 시스템의 정의 및 개념 아키텍처에 대하여 기술한다. 제 5장에서는 이 논문에서 제안하는 SA-RFID 시스템 아키텍처의 특성에 대하여 기술하고, 마지막으로, 제 6장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대하여 기술한다.

2. 관련 연구

이 장에서는 현재의 RFID 시스템의 일반적인 아키텍처와 주요 구성요소의 기능에 대하여 기술한다. 또한 새로운 RFID 시스템 아키텍처 정의에 적용된 상황 인지 기술의 개념에 대하여 서술한다.

2.1 기존 RFID 시스템 아키텍처

RFID 시스템은 무선 센서 칩(Wireless Sensor Chip)으로 세 개의 주요 구성요소로 이루어져 있다[2].

그림 1은 일반적인 RFID 시스템 아키텍처를 보여준다. RFID 주요 구성요소는 흔히 RFID 태그(RFID-T, RFID Tag)라고 불리는 정보를 저장하는 RFID 트랜스폰더(RFID-T, RFID Transponder), 트랜스폰더에 데이터 읽기 및 쓰기 기능을 수행하는 RFID 판독기(RFID-R, RFID Reader) 그리고 RFID 판독기를 통해 획득된 데이터를 활용하는 호스트 컴퓨터와 응용으로 구성되어 있는 데이터 처리 서브 시스템(DPS, Data Processing Subsystem) 등이다.

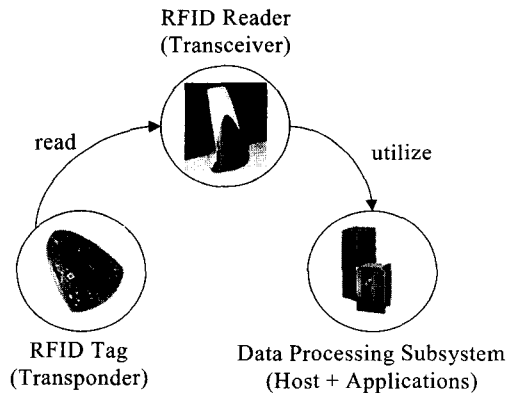


그림 1. 일반적인 RFID 시스템 아키텍처

현재의 RFID 시스템은 제한된 환경하에서 한정된 기능만을 제공하고 있다. 그러나 향후 유비쿼터스 컴퓨팅과 같은 환경에서는 보다 다양한 RFID 시스템의 응용 및 활용이 요구되며 이를 위해서는 센서 네트워크 기술을 바탕으로 한 센서간 정보공유, 주변 환경에 대한 상황인지 및 판단 기능, 그리고 그에 따른 적절하고도 효과적인 행위 처리에 이르기까지 다양한 기술들의 개발이 요구된다.

2.2 상황 인지 기술

최근 새로운 컴퓨팅 패러다임으로 인식되고 있는 유비쿼터스 컴퓨팅은 언제, 어디에서든 네트워크에 접속할 수 있는 환경을 의미한다[4]. 이러한 환경을 위해서는 상황 인지(Situation-Awareness), 및 Ad-hoc 통신(Ad-hoc Communication) 등의 특성이 제공되어야 한다[5].

상황 인지(SA, Situation-Awareness)란 행위(Actions)와 다중 문맥(Multiple Contexts)간의 관계성을 시간에 따른 변화 측면에서 분석하고 규명할 수 있는 특성을 의미한다.

즉, 주변 상황에 따라 디바이스가 자동적으로 적시에 행동을 취할 수 있어야 한다는 개념이다. 예를 들어, RFID 태그를 부착한 시계를 차거나 안경을 낀 사용자가 아침에 일어났을 때, 자동으로 보일러 시설이 작동하여 온수를 제공할 수 있도록 하고 이어 거실의 전등을 자동으로 켤 수 있어야 한다. 이 때, 사용자가 욕실에 있는 시간 동안에는 전등이 꺼져야 한다. 만일 사용자가 욕실에서 나오게 되면 보일러는 온수 기능을 정지하게 되고 전등이 다시 자동으로 켜진다. 이러한 일련의 프로세스가 정해진 시간 간격을 두고 이루어지는 것이 아니라 상황에 따라 이루어짐을 의미한다. 따라서 시간, 장소, 또는 사용자에게 종속되어 동작하는 것이 아니라 인지된 상황을 추론하여 이 결과를 바탕으로 동작이 이루어진다는

것을 의미한다.

RFID 시스템의 경우, 이러한 상황 인지 기술을 제공하여 그 활용도를 향상시키기 위해서는 이를 표현하는 언어와 이를 실현시킬 아키텍처 설계가 필요하다. 제 3장에서는 이를 표현하는 언어에 대하여, 제 4장 및 5장에서는 아키텍처에 대해서 기술한다.

3. SA-RFID 시스템에서의 이용 정책

이 절에서는 Situation-Aware RFID (SA-RFID) 시스템에서의 RFID 태그(RFID-T, RFID Tag) 정보에 대해 유효한 접근 관리를 위한 상황 기반 이용 정책 관리 기법에 대하여 기술한다.

유비쿼터스 환경을 위한 SA-RFID 시스템을 위해서는 센서 네트워크 기술, 고속 통신을 위한 네트워크 기술 등의 개발과 함께 상황 인지 기술의 적절한 접목이 요구된다. 즉, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경하에서는 보다 다양한 RFID 시스템에 대한 이용 정책이 요구되기 때문에 현재의 RFID 태그 식별 정보의 단순한 판독 연산만으로는 이러한 요구를 충족시킬 수 없다.

주변 센서로부터의 상황 정보와 RFID 태그로부터의 정보를 이용하여 적절한 연산을 허용해야 한다. 이와 같은 상황 기반의 이용 정책을 구현하기 위해서는 다음과 같은 구성요소가 요구된다.

- 이용 정책 정의 및 표현 방법:
상황에 따른 이용 정책을 어떻게 정의하고 표현할 것인가의 문제

- 추론 및 행동 결정:
수집된 상황 정보를 바탕으로 유효한 행동, 즉

이용 권한을 판단하고 결정하기 위한 추론 엔진

첫 번째 문제를 해결하기 위해 이 논문에서는 인간이 상황 판단을 위해 기본적으로 이용하는 육하 원칙 기준에 의거하여 pSA-IDL(pico SA-IDL) 언어를 제안한다. 두 번째 문제는 이 논문에서는 향후 연구 과제로 남겨 두었다.

그림 2는 pSA-IDL의 개념을 표현한 것이다. pSA-IDL은 이용자(Who)에 대한 정책, 접근 위치(Where) 및 시간(When)에 대한 정책, 접근 목적(Why)에 대한 정책, 접근 가능한 유효 정보(What)에 대한 이용 정책 및 접근 방법(How)에 대한 정책 등으로 분류된다. pSA-IDL은 [6]에서 제안한 SA-IDL의 복잡성(complexity) 문제를 해결하기 위하여 유틸리티스 환경에서의 RFID 시스템에 맞도록 변경하여 제안한 것이다.

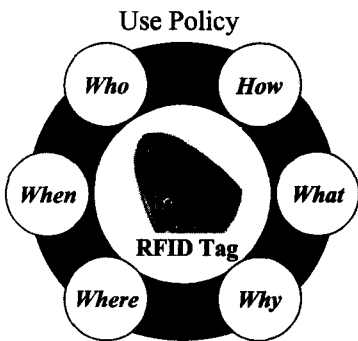


그림 2. pSA-IDL 개념

그림 3은 5W/1H 방식에 기반한 pSA-IDL의 일반적인 개념을 형식 언어(Formal Language)인 Z를 이용하여 보다 시스템적으로 표현한 것이다. 이 그림에서, SA-RFID에서의 이용 정책 표현을 위해 pSA-IDL은 여섯 가지 속성을 지닌다. 각 속성은 그 응용에 따라 필수 속성으로 구성될 수도 있으며 경우에 따라서는 선택 속성으로 구성될 수 있다. 그림 3에서는 'Who'와 'What'에 대

한 정책 즉, 'who'와 'what' 속성이 필수 속성으로 정의되어 있다. 따라서 두 속성은 공집합이 아닌 반드시 하나 이상의 원소를 지녀야 한다. 환경이나 응용에 따라 속성에 대한 특성은 다르게 정의될 수 있다.

SCM (Supply Chain Management)에서 한 프로세스를 거친 후에는 이전 프로세스에 해당하는 사용자들이 접근하지 못하도록 하고자 하는 경우

pSA-IDL

```

who: PWho = {who1, who2, ...}
when: PWhen = {before, after, now, 9:30, ...}
where: PWhere = {lab, seoul, {(10, 10), (100, 100)}, ...}
why: PWhy = {why1, why2, ...}
what: PWhat = {what1, what2, ...}
how: PHow = {read_only, write, ...}

who ≠ {}
what ≠ {}
    
```

그림 3. pSA-IDL 기본 아키텍처

를 고려해 보자 [7]. 현재 접근하고자 하는 주체가 '소매상'이고 이 소매상이 접근할 수 있는 정보가 생산지 정보에만 한정된다고 할 경우, 이러한 상황을 pSA-IDL의 'who'에 대한 이용 정책을 이용하여 표현하면 다음과 같다.

```

situation Retailer{
definition:
    who: 소매상;
task:
    who: SCM;
    what: 생산지정보;
    when: now;
    doing: read;
}
    
```

정의된 pSA-IDL은 정의부와 작업부로 구분된다. 정의부는 상황 인지를 위해 모니터링하게 되는 주체를 정의하는 부분이고 작업부는 그에 따

라 행동하는 대상을 기술하는 부분이다.

위의 정의된 상황은 주체가 소매상일 경우 SCM 이라는 대상 객체가 제공하는 정보와 시점 그리고 주체를 위해 취하는 행동을 의미한다. 즉 이 행동은 소매상의 접근을 허용함을 의미하며 생산지에 대한 정보만을 접근할 수 있음을 의미한다.

또 다른 예로, RFID 태그 정보에 따른 개인 정보 보호 정책 (Privacy Protection Policy)을 이용 정책으로 정의할 수 있다. 먼저, Wang et al.[9]에서 정의한 개인 정보 보호 침해 유형을 다음과 같이 정의한다.

- 부당한 액세스(improper access)
- 부당한 수집(improper collection)
- 부당한 모니터링(improper monitoring)
- 부당한 분석(improper monitoring)
- 부당한 양도(improper transfer)
- 원치 않는 정보 전송(unwanted solicitation)
- 부당한 저장(improper storage)

이러한 침해 유형들을 수용하여 RFID 태그에 관련된 개인 정보를 어떻게 이용할 것인지를 'How' 부분에 표현하게 되고 이를 위한 접근 방법들을 정의하면 다음과 같다.

- 개인 정보자원에 대한 액세스 (*access*)
- 개인 정보자원에 대한 수집이나 혹은, 개인 정보자원을 이용한 개인 정보의 수집 (*collection*)
- 개인 정보자원에 대한 모니터링, 또는 개인 정보자원을 이용한 모니터링 (*monitoring*)
- 개인 정보자원에 대한 분석, 또는 개인 정보자원을 이용한 분석 (*analysis*)
- 개인 정보자원의 양도, 또는 개인 정보자원을 이용하여 얻은 개인 정보의 양도

(*transferring*)

- 개인 정보자원의 저장 (*storing*)
- 서비스 객체의 전송 (*solicitation*)

이를 pSA-IDL로 나타내면 다음과 같다.

```
situation Retailer{
  definition:
    who: 소매상;
  task:
    who: 소비자;
    what: 생산품 정보;
    when: always;
    doing: only access;
}
```

즉, 소매상은 소비자가 무슨 생산품을 샀는지에 대한 정보를 단지 액세스(읽기) 할 수 있으며 모니터링하거나 수집, 양도, 저장, 전송할 수 없다.

위에서 보여준 예제와 같은 방식으로 RFID 태그의 이용 정책을 다양한 유형으로 부여함으로써 RFID 시스템의 활용도를 향상시킬 수 있다.

4. SA-RFID 시스템 정의 및 분류

이 장에서는 상황에 따른 RFID 이용 정책을 실현할 수 있는 네 가지 유형의 상황 인지 RFID 시스템 아키텍처를 제안하고 각 아키텍처의 특징에 대하여 기술한다.

4.1 SA-RFID 시스템 정의

SA-RFID 시스템 (Situation-Aware RFID System)은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 적합한 RFID 시스템으로서, 다양한 센서로부터 획득된 정보를 이용하여 RFID 시스템의 활용도를 향상

시킨다. SA-RFID 시스템에 대한 이해를 돕기 위하여 다음과 같은 상황을 가정해 보자.

<가정>

대중교통을 이용할 시 해당 교통수단에 대한 종류 및 교통시설에 대한 위치 파악이 센싱 기술에 의해 지원 가능하며, 각 센서는 무선 또는 유선 통신을 통해 수집 정보를 다른 매체에 전송할 수 있다.

<상황>

RFID 태그의 이용 분야는 교통 분야로서, 임의의 RFID 태그, T1은 전국의 모든 교통수단을 이용할 교통카드이다. T1의 소유자인 P1은 교통카드를 친구인 P2에게 빌려주었고 이를 서울 내에서 그리고 버스만을 이용하도록 요청하였다.

현재의 RFID 시스템은 위와 같은 상황을 처리할 수 없다. 이러한 응용을 위해서는 현재 교통카드 즉, RFID 태그의 위치와 이용하고자 하

는 교통수단이 무엇인지를 알 수 있어야 한다. 또한 획득한 위치 정보와 교통수단 유형 정보를 통해 카드의 이용 여부를 결정해야 한다.

이 논문에서 제안하는 SA-RFID 시스템은 이러한 상황을 인지하고 인지된 상황 정보를 바탕

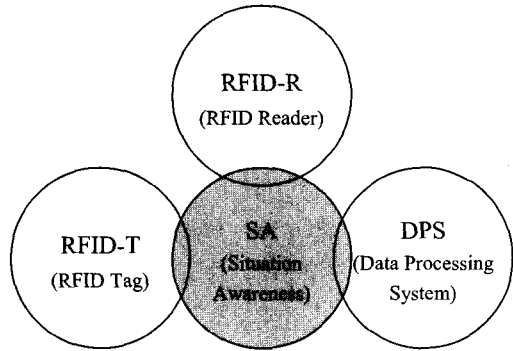


그림 4. SA-RFID 시스템 개념 아키텍처

으로 자원의 이용 여부를 결정할 수 있는 시스템을 말한다. 이 논문에서는 이러한 상황을 인지하고 적절한 행동을 취할 수 있는 SA-RFID 시스템을 위한 다양한 아키텍처를 제안한다. 제안된

	RFID-T (Tag)	RFID-R (Reader)	SA-S (상황 센서)	DPS (서버)
Type I	태그정보: RFID-T 상황정보: Sensors	RFID-T		SA-DPS 상황인지 추론 및 실행
Type II	태그정보: RFID-T 상황정보: Sensors	RFID-T	SA-S 상황인지 추론	DPS 상황인지 실행
Type III	태그정보: RFID-T 상황정보: Sensors	RFID-T	SA-S 상황인지 추론 및 실행	DPS
Type IV	태그정보: RFID-T 상황정보: Sensors	SA-RFID-T 상황인지 추론 및 실행		DPS

그림 5. SA-RFID 시스템 아키텍처의 분류

아키텍처는 현재의 RFID 시스템 아키텍처를 확장한 형태로서 현실로 다가온 유비쿼터스 환경에 적용할 수 있도록 정의되었다.

4.2 SA-RFID 시스템의 개념적 아키텍처

이 절에서는 SA-RFID 시스템의 개념적인 아키텍처에 대하여 기술한다. 이 논문에서 네 가지 유형의 SA-RFID 시스템 아키텍처를 제안하며, 그림 4는 제안하는 시스템 아키텍처들의 개념적 의미를 도식화 한 것이다.

그림 4에서, 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, SA-RFID 시스템 아키텍처에서는 추가적으로 상황 정보를 주변 센서들로부터 상황 정보를 판단하고 처리하는 확장된 역할을 수행한다. 데이터 처리 서버 시스템(DPS)은 기본적으로 RFID 리더기를 통해 획득된 정보를 활용하는 기능을 수행한다. 또한 이용 정책과 관련된 정보를 지니며 전달된 상황 정보를 판단하여 적절한 행동을 결정해 준다.

RFID 시스템이 상황 인지 기술을 지원하기 위해서는 상황 정보를 수집하는 기능, 적절한 표현 언어로 정의된 이용 정책, 정의된 이용 정책 및 수집된 상황 정보를 추론하여 유효한 행동을 결정하는 추론 기능이 요구된다. 우리는 SA 개념의 적용을 통해 이러한 요건들을 충족시킬 수 있다.

이 논문에서 제안하는 유형별 시스템 아키텍처의 선택은 상황 정보를 수집하여 추론하는 주체가 어느 구성요소인가에 따라 선별적으로 결정되어진다.

다음 절에서는 SA-RFID 시스템 아키텍처의 분류에 대하여 기술한다.

4.3 SA-RFID 시스템 아키텍처 분류

그림 5는 상황 인지를 지원하기 위해 필요한 기능과 그에 따른 연산에 따라 분류한 SA-RFID 시스템 아키텍처 유형을 보여준다. 일차적으로 기존의 RFID 시스템에 새로운 구성요소를 어디에서 실행시키는가에 따라 분류된다. 즉, 새로운 구성요소인 SA-Sensor가 요구되지 않는 아키텍처(NSSB, Non SA-Sensor Based) 또는 필요한 아키텍처(SSB, SA-Sensor Based)로 나뉜다. SA-Sensor가 요구되지 않는 아키텍처에서는 상황인지 추론과 실행을 서버(DPS)에서 처리하거나(Type I), 또는 RFID 리더기에서 처리한다(Type IV). SA-Sensor를 요구하는 아키텍처는 SA-sensor에서 상황 정보를 다 같이 추론하되 이용 정책에 따른 실행은 SA-Sensor에서 하거나(Type II) 서버(DPS)에서 한다(Type III).

첫 번째 유형(Type I)은 DPS의 기능이 확장된 형태로 센서로부터 직접 상황 정보를 수신하며 수신된 상황 정보와 RFID 리더기로부터 획득한 태그 정보를 서버에서 상황 정보를 추론하고 그 이용 정책에 따라 실행한다.

두 번째 유형(Type II)에서는 상황 인지 센서(SA-Sensor)라는 구성요소가 새롭게 첨가되어 센서로부터 수집된 상황 정보를 서버에 보내는 역할을 수행한다. 한편 서버는 RFID 리더기로부터 태그 정보를 얻고 SA-Sensor로부터 상황 정보를 얻어 이용 정책에 따라 실행한다.

세 번째 아키텍처(Type III)는 두 번째 아키텍처와 유사하나 SA-Sensor에서 이용 정책에 따라 추론과 실행을 모두 처리한다.

마지막 아키텍처(Type IV)에서는 RFID 리더기가 SA-Sensor의 기능까지 수행하는 확장된 형태이다. 그러므로 이 아키텍처에서는 RFID 리더기가 센서로부터 상황 정보를 수집하여 추론 및 실행을 수행하게 된다.

5. SA-RFID 시스템 아키텍처별 특성

이 장에서는 앞서 분류한 SA-RFID 시스템 아키텍처들에서 각 구성요소들의 역할과 특성에 대하여 상세하게 기술한다.

5.1 Type I : SA-DPS 기반 시스템 아키텍처

그림 6은 SA-DPS 기반 RFID 시스템 아키텍처를 보여준다. SA-DPS는 RFID 리더기가 RFID 태그로부터 정보를 판독한 정보를 수신하는 시점에 RFID 리더기의 주변에 위치한 센서들로부터 상황정보를 수신하게 된다. 그러므로 SA-DPS는 RFID 리더기 뿐만 아니라 각각 센서들과도 통신 채널을 열어 정보를 수신해야 한다.

이 아키텍처에서, DPS만을 확장하여 SA-DPS를 생성함으로써 기존의 RFID 시스템의 아키텍처를 쉽게 확장할 수 있다는 장점을 지닌다. 즉, SA-RFID 시스템을 구축하기 위해 SA-DPS와 센서간의 통신 문제로 단순화된다.

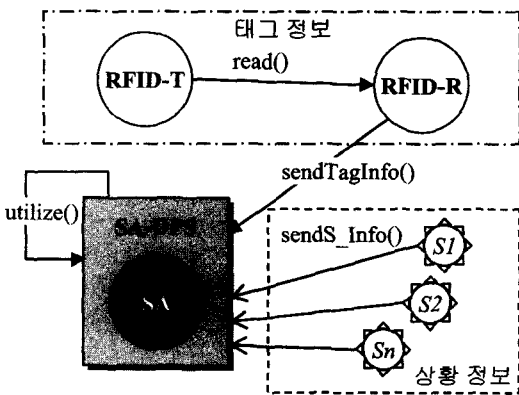


그림 6. SA-DPS 기반 RFID 시스템 아키텍처

그러나 이 아키텍처는 상황 정보의 정확성 문제, 센서와 SA-DPS와의 원거리 통신으로 인한 통신 신뢰성 문제 등이 발생할 수 있다. 이러한

문제가 발생하는 근본적인 원인은 상황 정보를 수집하는 센서와 상황 정보를 수신하는 수신자인 SA-DPS간의 공간적 이질성 때문이다.

SA-DPS와 센서간 직접적인 원거리 통신으로 발생하는 문제점은 통신상의 신뢰성 문제와 함께 모든 센서들이 원거리 통신이 가능해야 한다는 조건이 충족될 때 해결이 가능하다.

상황 정보의 정확성 문제를 해결하기 위해서 두 가지 요건이 충족되어야 한다. 우선, RFID 리더기가 RFID 태그로부터 정보를 판독함과 동시에 센서들이 이를 감지하고 자동으로 상황 정보를 수집할 수 있어야 한다. 그러나 이와 같은 동기화(synchronization) 문제는 이 논문의 범위를 벗어나므로 배제한다. 두 번째는 센서가 수집한 상황 정보를 어느 DPS에게 전달할 것인지 결정하는 문제이다. 센서로부터 정보를 이용하고자 하는 DPS가 다수일 경우, 이를 해결하는 방법은 크게 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 해당 DPS 정보를 사전에 센서에 입력: 센서의 역할이 한정되고 범용적인 센서 기능 수행이 불가능하다. 그러나 시간적으로 정확한 상황 정보를 제공할 수 있다는 장점을 지닌다.

- RFID 리더기로부터 전달할 DPS 정보를 획득하여 해당 DPS로 상황 정보 전송:

RFID 리더기가 센서에 해당하는 DPS의 주소를 제공하도록 함으로써 센서 기능을 범용할 수 있다. 그러나 RFID 리더기가 주변의 모든 센서에게 정보를 제공해야하므로 RFID 리더기에 부하가 집중되고 센서별로 정보를 제공받는 시간상의 오차가 발생함으로써 민감한 응용에서는 문제를 초래할 수 있다.

이 문제 또한 이 논문의 범위를 벗어나므로 자세히 다루지는 않겠다.

지금까지 설명한 첫 번째 아키텍처의 경우 확장이 용이하다는 장점을 갖는 반면, 센서의 원거리 통신 기능과 전송할 DPS 인식 문제로 인해 추가적인 RFID 리더기와 통신이 요구되고 따라서 시스템 자체의 기능이 저하되는 단점이 발생한다.

5.2 Type II : SA-Sensor 보조 아키텍처

두 번째 SA-RFID 시스템 아키텍처(Type II)는 센서로부터의 상황 정보를 수집하여 DPS에 전달하는 기능을 수행하기 위해 SA-Sensor가 추가된 형태이다.

그림 7은 두 번째 유형의 SA-RFID 시스템 아키텍처 구조를 보여준다. RFID 리더기는 RFID 태그로부터 태그 정보를 DPS에 전달하고 이와 동시에 SA-Sensor는 주변 센서로부터 정보를 수집하여 상황 정보를 추론하고 이를 DPS에게 전달하게 된다. 따라서 DPS는 RFID 리더기로부터 읽혀진 태그 정보와 SA-Sensor로부터 인지된 상황정보를 바탕으로 이용 정책을 결정하고 실행한다. 이 논문에서는 두 번째 SA-RFID 시스템 아키텍처를 SA-Sensor 보조 아키텍처라고 정의한다.

이 아키텍처에서는 SA-DPS 기반 아키텍처(Type I)에 비해 RFID 태그에 대한 관독과 센서

에 대한 상황 정보 수집이 공간적으로 동일한 장소에서 이루어진다. 따라서 보다 나은 상황 정보 정확성 유지가 가능하고 센서들의 원격 통신 기능이 필수적으로 요구되지 않기 때문에 통신의 신뢰성을 높일 수 있다. 즉, SA-DPS 기반 아키텍처에서와 같은 관련 센서들과의 직접 통신 오버헤드를 줄일 수 있다.

반면, SA-Sensor가 요구되기 때문에 추가적인 비용 문제가 발생하고 시스템 아키텍처의 복잡도가 증가하게 되는 문제를 유발한다.

5.3 Type III : SA-Sensor 중심 아키텍처

SA-Sensor 중심 아키텍처(Type III)는 SA-Sensor 보조 아키텍처(Type II)와 마찬가지로 새롭게 추가된 SA-Sensor가 센서로부터의 정보 수집기능과 DPS로의 전송 기능을 담당한다. 다만 Type II는 보다 강력한 기능을 지닌 SA-Sensor를 지니며 상황정보를 추론할 뿐 아니라 이용 정책에 따라 이를 실행까지 SA-Sensor에서 수행한다. 따라서 SA-Sensor에서 서버까지 통신의 양이 감소하여 통신비용 측면에서 보다 효율적이다. 이를 SA-Sensor 중심 RFID 시스템 아키텍처라 부른다. 그림 8은 이러한 SA-Sensor 중심 RFID 시스템 아키텍처를 보여준다.

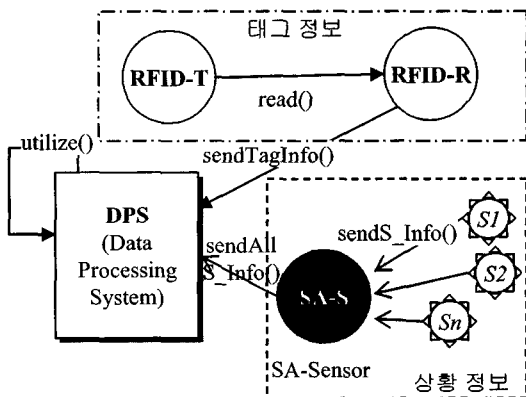


그림 7. SA-Sensor 보조 RFID 시스템 아키텍처

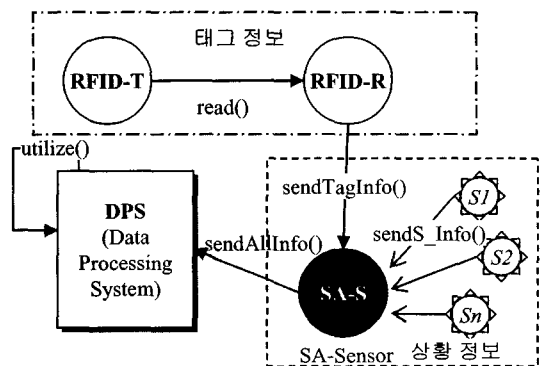


그림 8. SA-Sensor 중심 RFID 시스템 아키텍처

이 아키텍처는 두 번째 아키텍처인 SA-Sensor 보조 아키텍처에 비해 RFID 리더기와 DPS간 원격 통신이 아닌 SA-Sensor와의 근거리 통신만이 요구된다. 따라서 원격 통신으로 발생할 수 있는 에러 발생률 감소와 정보 전송의 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 또한 RFID 리더기가 원격 통신 기능을 지녀야 하는 오버헤드를 제거할 수 있다.

단점으로는 여전히 SA-Sensor가 추가적으로 요구된다는 비용 문제를 지니고 있으며, 추가적으로 SA-Sensor가 상황을 추론 및 실행까지 해야 함으로 많은 자원과 계산 능력이 요구된다.

5.4 Type IV : SA-RFID 리더기 기반 아키텍처

네 번째 아키텍처(Type IV)는 일반적인 RFID 시스템 아키텍처 중 RFID 리더기의 기능을 확장한 형태이다. 즉, 이 아키텍처에서는 RFID 리더기가 기본적인 기능인 RFID 태그 정보 판독 기능과 함께 주변 센서로부터 상황 정보를 수집, 분석, 추론 및 실행하는 기능까지 담당하게 된다. 이 논문에서는 이러한 기능을 지니는 확장된 RFID 리더기를 SA-RFID 리더기라고 정의하며 제안된 아키텍처를 SA-RFID 리더기 기반 RFID 시스템 아키텍처라고 정의한다. 그림 9는 SA-RFID 리더기 기반 RFID 시스템 아키텍처를 보여준다.

이 아키텍처는 SA-DPS 기반 아키텍처(Type I)와 같이 새로운 구성요소의 추가 없이 기존 RFID 시스템 기본 아키텍처를 유지하면서 구성요소인 RFID 리더기의 기능을 확장하는 형태이다. 따라서 SA-RFID 시스템으로의 확장이 용이하며, SA-Sensor 기반 아키텍처들에 비해 시스템 아키텍처의 복잡도가 높지 않다는 장점을 지닌다. 또한 RFID 태그 정보 판독과 센서의 상황 정보를 하나의 구성요소가 수집함으로써 채널의 일관성을 유지할 수 있다는 장점도 지닌다.

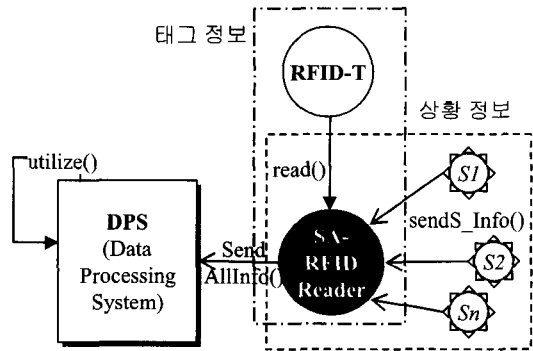


그림 9. SA-RFID Reader 기반 RFID 시스템 아키텍처

반면, 이 아키텍처는 RFID 리더기가 원격 통신 기능, 센서와의 통신 및 상황 정보 수집 기능 등의 추가적인 기능들을 지녀야 한다. 따라서 다른 아키텍처들에 비해 RFID 리더기의 오버헤드가 크다는 단점을 지닌다.

5.5 비교평가

이 절에서는 앞서 언급한 각 아키텍처간의 특징에 대하여 비교 평가에 대하여 기술한다. 표 1은 시스템들 각각의 장단점을 비교하여 정리한 내용을 보여준다. 기존 RFID 시스템을 확장하여 SA-RFID 시스템을 개발하는 측면에서는 Type I이 가장 용이하다. 이는 기존 RFID 시스템을 그대로 이용할 수 있기 때문이며, Type II와 Type III의 경우에는 새로운 구성요소인 SA-Sensor가 추가되어야 하기 때문에 다른 아키텍처에 비해 낮은 확장성을 지닌다.

수집된 상황 정보의 정확성에 있어서, Type I의 아키텍처는 모든 센서들이 직접 DPS와 원격 통신을 수행하게 된다. 즉, 상황 정보를 수집하는 DPS와 센서가 공간적으로 동일하지 않은 곳에 위치하게 된다. 따라서 수집한 상황 정보의 손실이나 에러가 발생할 가능성이 다른 아키텍처에 비해 높다. 이러한 Type I의 아키텍처는 통신 비용의 증가와 통신의 신뢰성 문제에 있어서도 다른 아키텍처에 비해 낮은 성능을 보인다. 나머

표 1. SA-RFID 시스템 아키텍처들의 비교

				Type IV: SA-RFID Reader 기반
기존 시스템 확장 용이성	가장 높음	새로운 구성요소 추가 필요	새로운 구성요소 추가 필요	높음
상황 정보의 정확성	가장 낮음	> [Type I]	> [Type II]	가장 높음
통신 비용	높음	> [Type III]	> [Type IV]	가장 낮음
통신 신뢰성	가장 낮음	< [Type IV]	< [Type IV]	가장 높음
시스템 구축 비용	센서의 원격 통신 기능 비용에 의존	SA-Sensor 추가 비용에 의존	SA-Sensor 추가 비용에 의존	RFID 리더기의 기능 확장 비용에 의존

지 아키텍처들은 동일한 공간상의 지점에서 상황 정보의 수집이 이루어지기 때문에 정확성이 Type I에 비해 높다. 특히 Type IV의 경우에는 RFID 리더기가 상황 정보까지 수집하는 기능을 담당하게 되므로 정보의 정확성이 가장 높다. 또한 Type I, Type II 및 Type III에 요구되는 추가적인 통신(DPS와 Sensor간 통신, RFID 리더기와 SA-Sensor와의 통신, DPS와 RFID 리더기와의 통신)이 요구된다. Type I의 경우에는 모든 센서와의 직접적인 통신으로 인해 많은 통신 비용이 요구되며, Type II의 경우에는 RFID 리더기와 SA-Sensor가 각각 DPS와 원격 통신을 수행해야 한다. Type III의 경우에는 RFID 리더기와 SA-Sensor간 근거리 통신이 Type IV에 비해 추가로 요구된다. 따라서 통신비용이나 신뢰성 측면에서는 Type IV가 최적이라 할 수 있다. 이를 정량적으로 평가하는 것이 향후 연구 과제이다.

6. 결 론

이 논문에서는 유비쿼터스 환경 하에서 상황 인지 개념을 지원하기 위하여 이용 정책과 이를 표현하기 위한 형식 언어를 제안하였고, 이를 이용하기 위한 SA-RFID 시스템 아키텍처들을 제안하고 정성적으로 비교 평가하였다. 제안된 아키텍처는 상황에 따라 선택적으로 이용될 수 있으며, 기존 RFID 시스템의 단순하고 제한적인

기능을 극복하고 보다 다양하고 광범위한 응용을 제공할 것으로 기대된다. 무엇보다도 상황 정보를 이용한 RFID 태그의 이용 및 접근 방법들을 다양하게 결정할 수 있다는 장점을 지닌다.

향후 연구 방향으로는 먼저, 최적의 추론 엔진 구현 기술에 대한 연구가 요구된다. 특히, 추론 엔진의 소형화는 이 논문에서는 제안한 아키텍처 외에 보다 다양한 시스템 아키텍처를 정의할 수 있게 해 준다. 또한 pSA-IDL 자체의 정확성 검증 기법에 대한 연구, pSA-IDL을 이용하여 정의한 상황들의 유효성을 쉽게 확인하고 검증할 수 있는 기법에 대한 연구가 요구된다. 시스템 설계 및 개발 측면에서는 SA-RFID 시스템에 적합한 설계 기법에 대한 연구와 개발한 SA-RFID 시스템을 검증할 수 있는 적합한 정형기법 등에 대한 연구도 요구된다. 추가적으로, 다양한 센서로부터 획득한 상황 정보를 빠르고 정확하게 이해하고 이용할 수 있도록 하기 위해서는 메타데이터 레지스트리[3]와 같은 기법을 이용한 정보들의 의미 일관성 유지 방법 연구도 요구된다.

감사의 글

이 논문은 고려대학교 특별연구 지원 사업과 과학기술부의 유비쿼터스 프론티어 사업단의 지원으로 수행되었으며, 연구와 관련하여 유용한 자료 및 많은 조언을 주신 분들께 감사의 말씀을 드립니다.

참 고 문 헌

- [1] K. Finkenzeller, "RFID Handbook: Radio-Frequency Identification Fundamentals and Applications," John Wiley & Sons, 2000.
- [2] S. E. Sarma, S. A. Weis, D. W. Engels, "RFID Systems and Security and Privacy Implications," Lecture Notes in Computer Science, In Workshop on Cryptographic Hardware and Embedded Systems, LNCS 2523, pp. 454-470, February 2002.
- [3] ISO/IEC JTC 1, "ISO/IEC 11179- 1~6," 2003.
- [4] S. Yau, F. Karim, Y. Wang, B. Wang, and S. Gupata, "Reconfigurable Context-Sensitive Middleware for Pervasive Computing," IEEE Pervasive Computing, Vol. 1, No. 3, pp. 33-40, September 2002.
- [5] S. S. Yau and F. Karim, "Adaptive Middleware for Ubiquitous Computing Environments," Proc. IFIP 17th WCC, August 2002.
- [6] S. Yau, Y. Wang, and F. Karim, "Developing Situation-Awareness in Middleware for Ubicomp Environments," Proc. 26th Int'l Computer Software and Applications Conference, pp. 233-238, 2002.
- [7] P. J. Daugherty, T. P. Stank, and D. S. Rogers, "Third-Party Logistics Service Providers: Purchasers' Perceptions," The Journal of Supply Chain Management, Vol. 32, No. 2, pp. 23-29, 1996.
- [8] Association for Automatic Identification and Mobility (AIM), <http://www.aimglobal.org/>
- [9] H. Wang, M. K. O. Lee, and C. Wang, "Consumer Privacy Concerns about Internet Marketing", *Communication of the ACM*, Vol.41, No.3, 1998, pp63-70.

인 호

1986-1990년 : 고려대학교 전산
과학과 (학사)

1990-1992년 : 고려대학교 전산
과학과 (석사)

1992.9-1998.12년: University
of Southern California

Computer Science Department (박사)

1999.2-2003.8 Texas A&M University

Computer Science Department (조교수)

2003.9-현재 고려대학교 컴퓨터학과 (조교수)

<관심분야> 임베디드 및 유비쿼터스 소프트웨어 공학,
미들웨어, 소프트웨어 시큐리티

정 동 원

1997년 군산대학교 전산과(학사)

1998년 한국전자통신연구원(위촉
연구원)

1999년 충북대학교 전산과(석사)

1999년~2000년 ICU 부설 한국
정보통신교육원(전임강사)

2001년~현재 (주)라임미디어 테크놀로지(연구원)

2002년~현재 TTA(한국정보통신기술협회) 표준화위원
회(위원)

2004년 고려대학교 컴퓨터학과(박사)

2004년~현재 고려대학교 컴퓨터학과(연구교수)

관심분야: 분산 컴퓨팅, 이동 에이전트, 데이터베이스,
메타데이터 레지스트리, 유비쿼터스