

RFID 기반의 유비쿼터스 응용을 위한 RFID 객체정보 관리 시스템 설계 및 개발¹⁾

박찬희, 김학수, 최윤희, 김종진, 신영재, 김재형, 손진현
한양대학교 컴퓨터공학과
e-mail: parkch@cse.hanyang.ac.kr

The RFID Object Information Management System Design and Implementation For the RFID-Based Ubiquitous Applications

Chan-Hee Park, Hak Soo Kim, Yun Ho Choi, Jong Jin Kim,
Youngjae Shin, Jae Hyung Kim, Jin Hyun Son
Dept. of Computer Science & Engineering, Hanyang University

요 약

최근, RFID 기술이 발전하면서 RFID의 활용분야는 유통·물류 시스템 중심에서 로봇이나 홈 네트워크 시스템과 같은 다양한 분야로 확대되고 있다. 이는, RFID태그와 RFID리더를 사용하여 객체의 정보를 빠르고 정확하게 검색 할 수 있기 때문이며, 이에 따라 RFID 네트워크를 이용하는 시스템의 효과적인 객체정보 추출을 위한 연구가 활발히 진행되어 왔다.

이와 관련하여, 본 논문에서는 RFID를 이용하는 시스템의 효과적인 객체정보 관리 시스템을 설계하고 개발하였다. 이는 RFID 네트워크 외부에 존재하는 RFID 게이트웨이와 RFID 네트워크를 구성하는 어플리케이션 서버, 변환 서버, 객체정보 서버로 구성된다.

1. 서론

RFID(Radio Frequency Identification)는 전파를 이용하여 비접촉 방식으로 태그에 내장된 정보를 읽어내는 기술로써, 환경의 영향을 적게 받고 실시간으로 태그와 관련된 정보의 검색 및 등록이 가능한 기술이다[1]. 때문에, RFID의 빠르고 정확한 객체정보 검색 능력은 유비쿼터스 사회를 만들기 위한 핵심 기술로써 주목받고 있으며, RFID를 기반으로 하는 단말 장비의 효과적인 객체 정보 획득을 위한 연구가 진행 중이다.

본 논문에서는, 유비쿼터스 환경에서 RFID 네트워

크(RFID Network) 단말 장비에 탑재되는 모듈의 효과적인 객체정보 검색을 위한 RFID 객체정보 관리 시스템을 설계하고 구현하였다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 본 논문을 위한 배경지식이 되는 RFID 기술과 웹 서비스에 관하여 소개한다. 3장에서는 RFID 객체정보 관리 시스템의 구성과 세부 기능을 설명하고, 구현에 대하여 언급한다. 그리고 4장에서는 실행 예를 보이고 마지막으로 5장에서 논문의 결론을 맺는다.

2. 배경지식

본 장에서는, 논문에서 RFID 객체정보 관리시스템의 기반이 되는 RFID 네트워크를 살펴보고, 이를 구현하기 위한 웹 서비스에 대하여 언급한다.

1) 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 육성·지원 사업 (IITA-2006-C1090-0603 - 0031)의 연구결과로 수행되었음

2.1 RFID 네트워크

RFID 네트워크는 태그간의 통신부터 시작하여 태그에 할당된 RFID 코드로부터 실제 태그에 맵핑되는 정보를 검색하거나 태그가 부착된 객체의 변화를 등록하는 일련의 과정을 위한 유무선 통신과 통신하는 주체 모두를 말한다. RFID 네트워크는 크게 객체검색서비스(ODS: Object Directory Service), 객체이력서비스(OTS: Object Traceability Service), 객체정보서비스(OIS: Object Information Service), 미들웨어 등으로 구성되며 이는 표 1과 같다.

<표 1> RFID 네트워크의 구성요소 및 특징

분류	설명	
ODS	객체 정보의 위치를 검색해하는 서비스	
OTS	객체가 이동한 곳에 해당되는 객체정보 서비스 서버의 위치추적 정보 서비스	
OIS	Static	객체의 불변하는 정보로써, 제조회사, 중량, 등과 같이 어떤 상품의 고유하게 변하지 않는 값으로 한번 쓰여지면 거의 변화하지 않는 값
	Instance	객체의 개별적 정보로써, 제조년월, 색상, 등과 같이 생산되어지는 각 개별 상품별로 서로 다른 값을 가지는 정보
	Historical	객체가 이동해간 정보이며, 객체가 읽혀진 시간, 읽은 리더의 ID, 등의 정보

2.2 웹 서비스

웹 서비스는 XML표준을 기반으로 개발된 표준화된 XML 메시지를 통해 네트워크 상에서 접근 가능한 연산들의 집합을 기술하는 인터페이스를 지칭하는 용어이다[2]. 이는 기존의 웹 환경을 이용한 분산 컴퓨팅을 가능케 함으로써 웹을 통한 시스템 통합을 용이하게 하며, CORBA, Java RMI, DCOM 등과 같은 기존의 분산 컴퓨팅 모델을 대체할 수 있는 새로운 기술이라 말할 수 있다. 웹 서비스는 SOA (Service Oriented Architecture)를 기반으로 하며, 웹 서비스를 서비스 제공자, 서비스 레지스트리, 서비스 소비자로 분류한다[3].

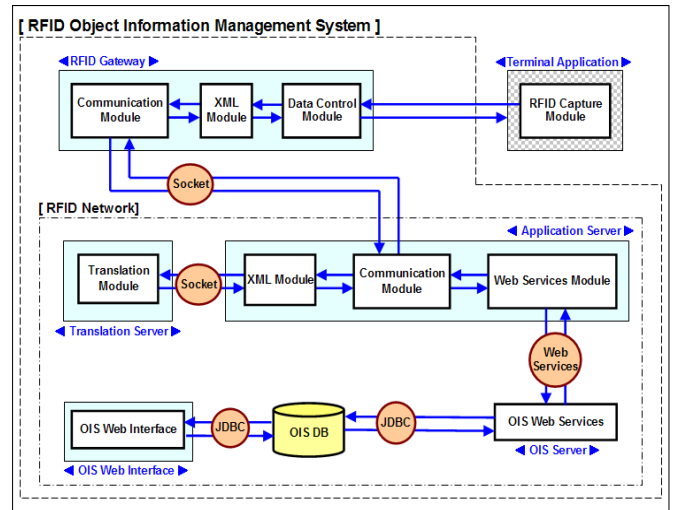
3. RFID 객체정보 시스템의 설계 및 구현

본 장에서는 RFID 객체정보 관리 시스템의 디자인과 구현에 대하여 언급한다. RFID 객체정보 관리 시스템의 구성은 그림 1과 같다. RFID 객체정보 관리 시스템은 RFID 네트워크와 RFID게이트웨이(RFID Gateway)로 구성된다. 본 논문에서는 RFID 네트워크 외부에 존재하여 단말 장비에 탑재되는 RFID게이트웨이와 단말 어플리케이션을 합쳐서 외부모듈(External module)이라고 지칭한다.

본 논문의 RFID 객체정보 관리 시스템은 다음과

같은 특징을 갖는다.

- RFID 게이트웨이를 구성하여, RFID 네트워크의 환경에 독립적인 단말 어플리케이션이 가능하다.
- 통신에는 정형화된 XML파일을 사용함으로써, 명확하고 효과적인 질의와 응답이 가능하다.
- 다양하게 구성되는 객체정보서비스 서버에 대하여, 표준화 된 인터페이스를 제공한다.



(그림 1) 객체정보 관리 시스템의 구성

그림 1에 표현된 각 구성 요소에 대한 설명 및 구현 방법은 다음과 같다.

3.1 단말 어플리케이션(Terminal Application)

단말 어플리케이션은, 단말 장비가 소정의 목적을 수행하기 위한 시스템의 일부분을 추상적으로 표현한 것으로써, 구성은 단말 장비의 종류에 따라 모두 다르다. RFID 캡처 모듈(RFID Capture Module)은 실제 RFID리더를 통해 수집한 태그정보들이 순차적으로 질이 될 수 있도록 관리한다. 본 논문에서 언급하는 태그정보는 리더의 식별자(RFID Reader ID), 태그 값, 타임스탬프를 의미한다.

3.2 RFID 게이트웨이(RFID Gateway)

단말 어플리케이션은 RFID 게이트웨이에서 파싱한 데이터를 이용함으로써, RFID 네트워크와 느슨한 커플링(loosely coupling)관계를 유지한다. 데이터 제어 모듈(Data Control Module)에서는 단말 어플리케이션으로부터 들어오는 데이터들의 동기화를 수행한다. RFID 게이트웨이의 구현은 일반적으로 사용되는 C환경을 이용하였으며, DLL(Dynamic Link Library)호출 방식으로 동작한다.

XML 모듈 (XML Module)에서는 단말 어플리케이션에서 수신한 태그 정보를 바탕으로 질의 XML파일을 생성한다. RFID 객체정보 관리 시스템에서는

XML파일을 이용하여, 태그정보들이 외부 모듈의 플랫폼에 종속되지 않도록 관리할 수 있으며 태그정보에 대한 표현을 명확하게 할 수 있다. 그림 3은 XML 모듈을 통해 생성되는 XML파일의 예이다.

본 논문에서는 외부 모듈에서 RFID 네트워크로의 질의에 대하여 두 가지의 질의 형태를 제안한다.

- RFID Information Retrieval Mode : RFID태그와 맵핑되는 정보를 검색하기 위한 질의 형태
- Binary2FQDN Mode : RFID태그에 대한 FQDN 형식의 태그 값을 질의 형태

이를 구분하는 이유는 외부 모듈이 관계하는 모든 네트워크에서 객체에 대한 정보를 FQDN형식의 태그 값으로 관리 할 수 있기 때문이다. 예로, 외부 모듈이 연결된 홈 네트워크 시스템에서는 FQDN값을 이용하여 객체를 관리 할 수 있다. XML 모듈은 질의를 위한 XML파일의 생성 뿐 아니라, RFID 네트워크로 질의 후 돌려받는 응답 XML파일을 파싱하며, 이를 단말 어플리케이션에서 이용 할 수 있도록 한다. XML모듈에서는 XML 파일의 조작을 위해 MSXML 4.0을 사용하였다.

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE RFID SYSTEM "rfid.dtd">
<RFID QueryType="1">
  <READER RID="Location1">
    <CODE TIMESTAMP="1153114004"> binary code value </CODE>
  </READER>
  <READER RID="Location5">
    <CODE TIMESTAMP="1153116026"> binary code value </CODE>
  </READER>
</RFID>
```

(그림 2) 질의를 위해 생성되는 XML파일

커뮤니케이션 모듈(Win Sock)은, TCP/IP를 기반으로 XML모듈에서 생성된 질의 XML파일을 어플리케이션 서버(Java Socket)로 전송하며, 그 역의 역할도 수행한다.

3.3 어플리케이션 서버 (Application Server)

어플리케이션 서버는 커뮤니케이션 모듈, XML 모듈, 웹 서비스 모듈로 구성된다.

커뮤니케이션 모듈(Communication Module)은 RFID 게이트웨이와 질의/응답을 위한 통신을 담당하는 모듈로써, XML파일을 주고받는다. 하나의 어플리케이션 서버는 다수의 외부 모듈들과 관계를 맺을 수 있기 때문에, 각각의 접속에 대응 할 수 있는 스레드 풀링(Thread Pooling)과 같은 방식으로 처리 한다.

XML 모듈(XML Module)은 RFID 게이트웨이로부터 수신한 질의 XML문서를 파싱하고, RFID 엘리먼트의 QueryType 애트리뷰트를 확인하여 QueryType에 적합한 처리를 진행한다.

질의를 처리하기 위한 첫 단계로 XML모듈에서 질의 파일을 파싱하여 얻은 바이너리 형식의 태그 값을 변형서버로 전송하고, FQDN형식의 태그 값을 되돌려 받는다. 이후, 처리방식은 질의 형태에 따라 달라진다.

```
<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<ANSWER>
  <READER RID="Location1">
    <CODE TIMESTAMP="1153114004">
      <BINARYCODE>Binary Code</BINARYCODE>
      <FQDN urn:ods:id:epc-sgtin:50332368.18697.211662553713</FQDN>
    </CODE>
  </READER>
</ANSWER>
```

(그림 3) Binary2FQDN Mode 응답 XML파일

Binary2FQDN Mode 질의는 되돌려 받은 FQDN 형식의 값을 이용하여 그림 3의 응답 XML파일을 생성한다. READER 엘리먼트는 CODE 엘리먼트를 자식으로 취함으로써 어떤 리더가 어떤 값을 읽었는지 표현한다. CODE 엘리먼트의 자식인 BINARY CODE 엘리먼트와 FQDN 엘리먼트는 쌍을 이루는 값으로써, 어떤 태그에 맵핑되는 FQDN 형식의 데이터인지 표현한다.

```
<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<ANSWER>
  <ITEM CODE="urn:ods:id:epc-sgtin:50332368.18697.211662553713"
  RID="Location1" TIMESTAMP="1153114004">
    <STATIC>
      <PRODUCTNAME>SD-130</PRODUCTNAME>
      <PRODUCTTYPE>Phone</PRODUCTTYPE>
      <MANUFACTURER>LG전자</MANUFACTURER>
      <WEIGHT>150</WEIGHT>
      <NOTICE>가열금지</NOTICE>
      <FIRMNAME>서울특별시 구로구</FIRMNAME>
    </STATIC>
    <INSTANCE>
      <COLOR>Blue</COLOR>
      <MAKE TIME>20060101</MAKE TIME>
      <ORIGINALHOME>U.S.A</ORIGINALHOME>
      <SIZES>10</SIZES>
    </INSTANCE>
  </ITEM>
</ANSWER>
```

(그림 4) RFID Information Retrieval Mode의 응답 XML파일

RFID Information Retrieval Mode 질의는, 되돌려 받은 FQDN 형식의 값이 웹 서비스 함수를 호출하는 인자로 사용되도록 웹 서비스 모듈로 보낸다.

웹 서비스 모듈(Web Services Module)은 웹 서비스의 관점에서 서비스의 소비자 되며, 웹 서비스 함수 호출을 통하여 객체의 정보를 얻는다. 함수 호출의 결과로 획득한 객체의 정보들은 XML 모듈에서 그림 4와 같은 응답 XML파일로 생성된다. ITEM 엘리먼트는 로봇의 질의 파일에 기록된 CODE 엘리먼트의 수 만큼 생성되며, 태그와 맵핑되는 Static 정보와 Instance 정보가 기록된다. 객체의 정보를 얻기위한 함수들은 [4]를 참조한다.

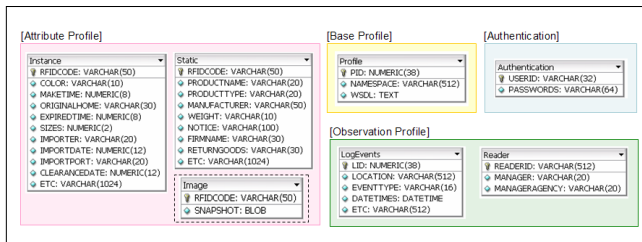
3.4 변환 서버 (Translation Server)

어플리케이션 서버로부터 입력받은 RFID 태그 값

을 FQDN 형식의 코드로 변환하는 서버로써 소켓 통신을 이용한다. 하나의 변환 서버는 다수의 어플리케이션 서버와 관계를 맺을 수 있으며, 이는 곧 수많은 외부 모듈과 관계를 맺을 수 있다는 것을 의미한다. 태그의 바이너리 코드와 FQDN 형식의 유일한 값의 1대1 맵핑을 위하여 [5]의 MDS Demon을 이용한다.

3.5 객체정보서비스 서버 및 데이터베이스 (OIS Server & OIS DB)

객체정보서비스 서버는 객체의 Static 데이터, Instance 데이터, Historical 데이터가 실제 저장되는 데이터베이스를 위한 서버이며, 필요한 정보를 데이터베이스에서 구하기 위한 웹 서비스 함수들이 존재한다. 본 논문에서는 웹 서비스의 구현을 위하여 Glassfish 프로젝트 환경을 사용한다[7]. 그 내부의 웹 컨테이너는 Sun Application Server Person Edition 9.0을 사용하며, 웹 서비스를 위해서는 JWSDP(Java Web Services Developer Pack) 2.0을 사용한다. 웹 서비스는 JDBC를 이용하여 객체정보서비스 데이터베이스에 접근한다.



(그림 5) 객체정보서비스의 데이터베이스 구성

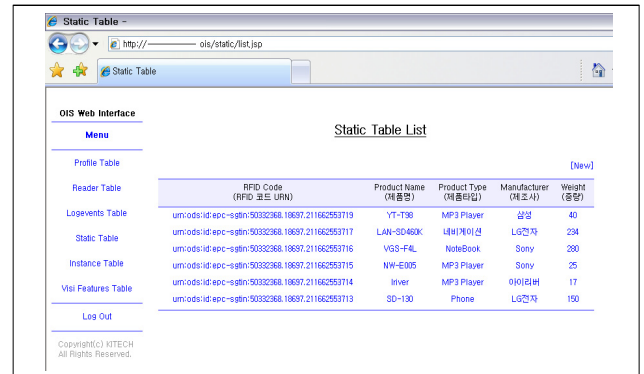
객체정보서비스를 위한 테이블 구성은 그림 6과 같으며, 그 목적은 표2와 같다. 기본 프로파일(Base Profile)은 웹 서비스를 위한 네임스페이스 및 XML 형식의 WSDL 정보가 저장되며, 본 논문에서는 WSDL의 데이터 타입을 저장하기 위해 ORACLE에서 제공하는 XMLTYPE으로 구현하였다. 각 테이블의 스키마는 [4],[6]을 참조한다.

<표 2> 객체정보서비스 데이터베이스 구성

분류	테이블명	설명
기본 프로파일	Profile	웹 서비스의 프로파일 제공 목적의 테이블
관측 프로파일	Reader	리더정보 관리 목적의 테이블
	LogEvents	로그정보 관리 목적의 테이블
인증 프로파일	Authentication	인증정보 관리 목적의 테이블
에트리뷰트 프로파일	Static	객체의 정적정보 관리 테이블
	Instance	객체의 동적정보 관리 테이블

4. RFID 객체정보 관리 시스템 개발

본 장에서는 RFID 객체정보 관리 시스템을 실행하였을 때, 웹 환경에서 객체정보를 관리하는 것을 보인다. 이를 위한 웹 인터페이스 모듈은 JSP를 이용하여 구현하였다. 그림 7는 객체정보서비스 테이블을 관리하기 위한 웹 인터페이스 중, Static 테이블을 관리하는 웹 인터페이스의 실행 모습이다.



(그림 6) Static 테이블 관리 화면

5. 결론

본 논문에서는 RFID 네트워크를 이용하는 외부 모듈이 객체 인식 및 객체의 정보를 획득하는 과정을 효율적으로 수행하기 위한 디자인을 설계하고 구현하였다. 이를 통해서 RFID기반의 단말장비에서는 효과적인 객체정보검색을 수행 할 수 있으며, 본 논문에서 제안한 2개의 질의 형태를 적절히 사용함으로써 단말장비와 관련된 네트워크에서 효율적으로 객체정보를 관리 할 수 있다. 향후에는 RFID 게이트웨이에 캐시 맵(Cache Map)을 적용함으로써 객체 인식 및 객체정보검색 성능의 향상을 기대한다.

참고문헌

[1] Want, Roy, "RFID: A Key to Automating Everything," Scientific American, pp. 56 - 65, January 2004.
 [2] H. Kreger, "Web Services Conceptual Architecture 1.0", IBM Software Group, 2001.
 [3] Ch. Makris Y. Panagis, E. Sakkopoulos, and A. Tsakalidis, "Efficient and adaptive discovery techniques of web services handling large data sets", Journal of Systems and Software, Vol 79, No. 4, pp 480-495 , 2006.
 [4] EPCglobal, "EPC Information Service Implementation Guide", 2004.
 [5] "로컬 ODS 설치 및 구축 매뉴얼 v1.1.4", 한국인터넷진흥원, 2006
 [6] "RFID 검색 시스템 구축 및 운영지침서 v1.1", 한국인터넷진흥원, 2005
 [7] GlassFish, <https://glassfish.dev.java.net/>