

스마트 객체 정보 통합 미들웨어 설계

이명철*, 김병섭*, 이미영*

*한국전자통신연구원 디지털홈연구단 인터넷서버그룹
e-mail : {mclec, powerkim, mylee}@etri.re.kr

Design of Smart Object Information Integration Middleware

Myungcheol Lee*, Byoung-seob Kim*, Mi-Young Lee*

*Internet Server Technology Group, Digital Home Research Division, ETRI

요 약

유비쿼터스 환경에서 스마트 객체에 부착되는 RFID 태그에는 스마트 객체를 유일하게 식별하기 위한 식별자 만이 저장되고 객체의 상세 정보는 별도의 정보 서버에 분산 저장 및 관리가 된다. 이와 같이 분산되어 있는 정보를 사용하기 위해서는 사용자가 일일이 정보 서버의 위치를 알아 내고, 각 정보 서버로부터 필요한 정보를 얻어 와야 하는 문제가 발생한다. 본 논문에서는 여러 정보 서버에 분산 저장되어 있는 다양한 종류의 객체 정보를 실시간으로 통합하여 사용자에게 제공하고, 또한 객체 정보의 유형 및 특성에 따라 카탈로그 검색, 소유권 변화, 포함 관계 변화, 추적 등의 스마트 객체에 특화된 질의 기능을 제공하기 위한 스마트 객체 정보 통합을 위한 미들웨어의 설계 내용을 소개한다.

1. 서론

최근 무선 주파수를 이용하여 객체를 식별하기 위한 기술인 RFID 가 바코드의 대체 기술로서 각광을 받고 있으며, 특히 제조, 물류, 유통 등으로 구성되는 공급망에서 RFID 를 적용하여 상품 관리의 가시성과 효율성을 향상시키기 위한 많은 파일럿 프로젝트가 미국의 국방성, 그리고 미국의 월마트와 독일의 메트로 등의 대형 유통업체를 중심으로 수행되고 있다.

RFID 시스템은 일반적으로 객체를 유일하게 인식하기 위한 식별자, 그리고 그 식별자와 부가 정보가 기록되어 객체에 부착되는 RFID 태그, 그리고 태그와 RFID 통신을 통해 태그 내의 식별자와 부가 정보를 수집하는 RFID 리더기, 그리고 리더기가 수집한 식별자를 사용자에게 의미 있는 정보로 재가공하여 서비스하는 호스트, 즉 RFID 미들웨어로 구성이 된다.

현재 이러한 공급망에서의 RFID 시스템, 그 구성 요소, 그리고 구성 요소 간 그리고 외부와의 인터페이스를 표준화 하려는 노력이 RFID 관련 산업 표준화 기구인 EPCglobal[1]을 중심으로 활발히 수행되고 있으며, 이에 대해서는 2 장에서 좀 더 자세히 기술하기로 한다.

RFID 기술 및 시스템의 도입을 앞당기기 위해서는 RFID 태그 및 RFID 리더의 제작 비용을 낮추는 것이 선결 과제이며, 이에 따라, 각 RFID 태그에는 객체를 유일하게 식별하기 위한 식별자 만을 저장하고 객체에 대한 부가적 상세 정보, 즉 객체의 생성, 유통, 소멸에 이르는 전 과정에 걸쳐서 만들어지는 모든 객체에 관련된 정보는 별도의 객체 정보 서버에 저장 및 관리가 되는 방향으로 RFID 시스템이 제안되고 있다.

객체가 가지는 정보를 정보 부여 단위 및 정보 생성 주체 등을 기준으로 분류하면 다음 [표 1]과 같다 [2,3].

[표 1] 객체 정보 분류

정보 유형	생성 주체	정보원	비고
객체 클래스 수준 데이터	제조 업체	상품 카탈로그 데이터 등	같은 객체 유형의 모든 인스턴스에 적용되는 표준 속성 및 절차 예) 크기, 무게 등
객체 인스턴스 수준 데이터	제조 업체	기존 기업 정보 시스템	객체 인스턴스 고유 데이터 예) 제조일자
객체 인스턴스 수준의 추적 데이터	모든 기업	기존 기업 정보시스템	객체 인스턴스를 시간 기반으로 추적하기 위해 필요한 데이터 예) "객체 O가 시간 T에 어디에 있었나?"

정보 유형	생성 주체	정보원	비고
			객체 인스턴스를 위치 기반으로 추적하기 위해 필요한 데이터 예) "리더 R이 위치 X에서 시간 T1과 T2 사이에 읽은 EPC는?" 객체가 이동하면서 생기는 소유의 변화 객체가 이동하면서 포장, 하적 등을 거치면서 발생하는 포함 관계의 변화
업무 처리 데이터	모든 기업	기존 기업 정보 시스템	객체 식별자를 참조하는 기업 업무 문서
센서 데이터	모든 기업	기존 기업 정보 시스템	온도, 습도 등 센서에서 측정된 데이터

위 [표 1]에 보인 바와 같이, 객체에 대한 실제 정보는 정보의 생성 주체 혹은 정보 부여 단위 등에 따라 별도의 객체 정보 서버에 관리되며 이와 같이 분산되어 있는 정보를 사용하기 위해서는 정보가 저장되어 있는 정보 서버의 위치를 사용자가 일일이 인식하고, 각 정보 서버로부터 필요한 정보를 얻어서 통합해야 하는 문제가 있다. 또한 하나의 객체가 가질 수 있는 다양한 정보들은 각 기업의 고유 자산이어서 일부 정보는 외부로 유출이 불가능한 경우도 있고, 또한 일부 정보는 협력 업체에만 제공이 가능한 경우도 있다.

따라서, 어느 한 업체의 정보 서버에 객체의 생성, 유통, 소멸에 관련된 모든 정보가 관리 되는 것이 아니라, 정보 생성 주체인 각 분야의 업체에서 자사의 업무와 관련된 객체 정보를 별도로 관리하고 필요한 경우에는 일부 데이터만 협력 업체에 제공하는 방식으로 운영될 것으로 예상된다.

본 논문에서는 이와 같이 여러 객체 정보 서버에 분산 저장되어 있는 다양한 종류의 객체 정보를 실시간으로 통합하여 사용자에게 제공하고, 또한 객체 정보의 유형 및 특성에 따라 카탈로그 검색, 소유권 변화, 포함 관계 변화, 위치 및 시간 기반 추적 등의 스마트 객체에 특화된 질의 기능을 제공하는 객체 정보 통합 시스템인 VISION (Virtual Integration of Smart object Information Over Network)의 설계 내용을 소개한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서 공급망에서의 표준 RFID 프레임워크인 EPCglobal Network에 대해서 기술한다. 3장에서는 객체 정보 통합을 위한 시스템의 요구 사항을 기술하고, 4장에서는 위 요구 사항을 충족시키기 위하여 설계한 VISION의 구조에 대해서 기술한다. 마지막으로 5장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

2. EPCglobal Network

EPCglobal[1]은 무역 네트워크에서의 RFID 기술의 사용을 지원하기 위하여 EPC(Electronic Product Code) 식별 체계와 같은 산업 표준의 개발을 주도하고 있는 비영리 표준화 단체이며, 특히 공급망에서의 상품 정보의 증가된 가시성과 상품 관리의 효율성, 그리고 기업과 협력사 간의 고급 정보 흐름을 목적으로 하는

RFID 기반 구조인 EPCglobal Network의 전세계적 표준을 만드는 데 중점을 두고 있다.

EPCglobal Network은 EPC(전자 상품 코드) 식별 체계와 RFID(전파 식별)를 기반 기술로 사용하여 상품 정보의 교환을 위한 전세계적 표준 프레임워크를 제공함으로써, 공급망 관리의 자동화를 통하여 효율성과 정확성을 증가시키고, 상품의 가시성을 향상시키며, 파트너간 협력을 통한 추적 및 보안 기능의 제공을 가능하게 한다.

이러한 기술들을 통하여, EPCglobal Network은 공급망에서의 상품에 관한 실시간 정보를 가능하게 하여 기업에서 상품 재고의 감소 및 부족을 최소화할 수 있도록 하며, 주문 처리를 가속화하고, 소비자 요구에 대한 응답성을 증가시킨다.

EPCglobal Network은 다음과 같이 5개의 기본 컴포넌트로 구성이 된다.

- 1) 전자 상품 코드 (EPC) - UPC(Universal Product Code)나 바코드처럼, 상품의 제조업체, 상품 클래스, 버전 및 일련번호를 표현할 수 있는 메타코딩 체계이다.
- 2) 식별 시스템 (EPC 태그와 리더) - EPC 태그는 안테나와 마이크로칩으로 구성이 되며, EPC는 태그에 저장된다. EPC 태그는 제조 공정 동안에 상품에 부착이 되며, EPC를 EPC 리더에 RFID를 사용한 통신을 통하여 전달한다. EPC 리더는 EPC 태그와 전파를 통하여 통신하며, EPC 미들웨어를 사용하여 지역 비즈니스 정보 시스템에 정보를 전달한다.
- 3) EPC 미들웨어 - 서비스를 위한 컴포넌트로서 EPC 리더 또는 리더 네트워크와 비즈니스 정보 시스템 간의 자료 교환을 가능하게 한다.
- 4) 객체 네임 서비스 (ONS) - EPC와 연관된 정보의 위치 정보를 제공하는 네트워킹 서비스이다 [4].
- 5) EPC 정보 시스템 (EPCIS) - 사용자가 무역 파트너와 EPC 기반으로 데이터를 교환할 수 있도록 하는 정보 서비스이며, 상품 정보 교환 표준인 PML(Physical Markup Language) 형식으로 표현된 정보를 제공한다.

3. 스마트 객체 정보 통합 미들웨어 요구사항

RFID 시스템의 지원을 위한 스마트 객체 정보 통합 미들웨어의 요구 사항은 다음과 같다.

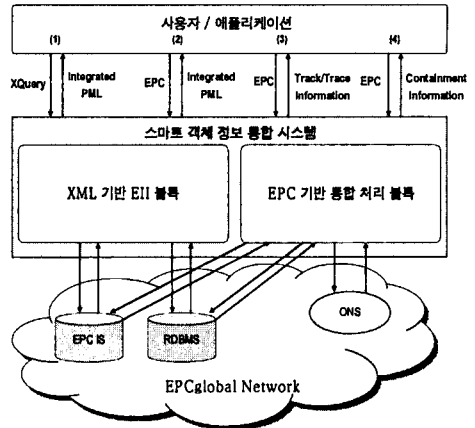
- 1) 스키마 기반의 실시간 객체 정보 통합 지원
수없이 많은 객체 정보들이 도처에서 끊임없이 생성되고 변경되는 환경 하에서는 어느 하나의 중앙 집중된 정보 서버에 객체 정보를 유지하는 것이 비효율적이므로, 기 구축된 정보 서버는 그대로 유지하면서 실시간으로 객체 정보를 통합해야 한다. 또한 사용자는 어떤 객체의 인식 여부에 상관없이 특정 조건을 만족하는 객체 또는 그 객체가 가지는 통합 정보를 얻을 수 있어야 하며, 이를 위해서는 사용자가 일일

이 지역 정보 서버의 정보 스키마의 모습을 알 필요가 없도록 하나의 통일된 뷰를 제공하는 통합 객체 정보 구성 기능을 제공해야 한다.

- 2) 다양한 이질 지역 객체 정보 서버 지원
 객체 정보는 RDBMS, OODBMS, 파일, 웹 URL, XML DB 등 다양한 정보 저장소에 저장 및 관리가 되며, 사용자는 각 정보 저장소의 유형 및 특성에 무관하게 XML 과 같은 공통 인터페이스로 일관되게 각 정보 저장소를 이용할 수 있어야 한다.
- 3) 스마트 객체 정보의 특성에 기반한 처리 지원
 스마트 객체는 일반적으로 EPC, ucode, ISO 15963 등의 객체 식별자 정보만 갖고 있으며, 사용자가 객체 식별자만 알고 있을 경우에 분산되어 있는 각각의 정보 서버를 접근할 필요가 없이 객체 식별자에 대한 통합 객체 정보를 얻을 수 있어야 한다. 일반적으로 대부분의 유형의 스마트 객체는 공통적으로 생성, 물류, 유통, 소멸의 단계를 거치면서 포장(박스, 팔렛(pallet), 트럭 등), 소유권(제조업체, 배송업체, 유통업체 등), 현재 위치 등에 변화가 일어나며, 이러한 소유권 변화, 포함 관계 변화, 위치 추적 등의 정보에 대한 질의 기능 및 접근 인터페이스를 제공해야 한다.
- 4) 객체 네이밍 서버와의 연동 지원
 사용자가 특정 스마트 객체의 상세 정보를 갖고 있는 객체 정보 서버를 찾기 위해서는 객체 네이밍 서버를 이용해야 하며, 스마트 객체의 종류에 따라 서로 다른 객체 네이밍 서버를 사용하므로, 다양한 종류의 스마트 객체를 지원하기 위해서는 다양한 객체 네이밍 서버와의 연동을 고려해야 한다.
- 5) 보안 및 개인 보호 기능 지원
 각 정보 저장소에 저장되는 객체 정보 중에는 기업의 고유 자산이어서 외부로 유출이 불가하거나 특정 협력 업체에만 제공해야 하는 정보들이 있다. 따라서, 객체 정보 서버를 이용하여 객체 정보를 얻을 수 있는 사용자를 인증할 수 있어야 하며, 일반적으로 객체 정보는 기업 내에서만 등록, 변경, 삭제가 가능하기 때문에 사용자별 권한 기능을 제공해야 한다.

4. 스마트 객체 정보 통합 미들웨어 구조

아래 [그림 1]에 나타난 바와 같이, VISION 은 3 장에서 기술한 요구 사항을 만족시키기 위하여 XML 기반 EII (Enterprise Information Integration) 블록과 EPC 기반 통합 처리 블록으로 구성된다. XML 기반 EII 블록은 이기종 분산 정보에 대한 (1)XML 통합 기능을 제공하며, EPC 기반 통합 처리 블록은 EPCglobal Network 환경에서 (2) EPC 코드 기반의 통합 처리, (3) EPC 코드의 추적 기능, 그리고 (4) EPC 코드의 포함 관계 정보 등을 제공한다.



[그림 1] VISION 시스템 구조

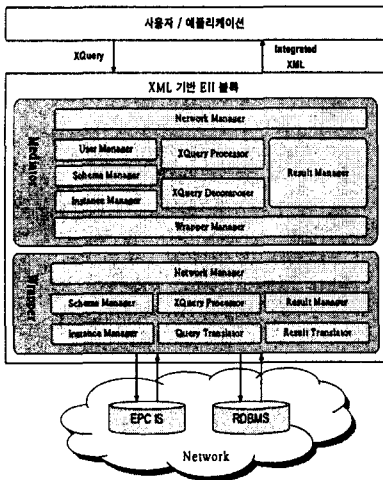
XML 기반 EII 블록은 네트워크에 분산되어 있는 EPC IS와 RDBMS 등에 저장되어 있는 데이터를 사용자에게 동일한 스키마 표현(XML Schema)으로 통합 뷰를 제공하여 마치 하나의 XML 데이터 소스인 것처럼 사용할 수 있도록 해주며, EPC 기반 통합 처리 블록은 사용자가 EPC 코드와 ONS를 사용하여 여러 번 질의해야 처리할 수 있는 EPC 코드 기반 정보 검색을 용이하게 할 수 있도록 해주며, EPC 코드를 이용한 상품 위치 추적 정보 및 특정 상품이 특정 기간 동안 박스, 팔렛 및 배송 차량 등의 소속 관계의 변화 등에 대한 정보를 제공한다.

아래 각 절에서는 각 블록의 보다 자세한 모듈 구조 및 각 모듈의 기능에 대해서 설명한다.

4.1 XML 기반 EII 블록

일반적으로 정보 통합 시스템은 데이터가 통합되어도 기존에 운영 중인 시스템에 영향을 주지 않아야 하며, 특히 인터넷 기반의 정보들은 특성상 변경이 자주 일어나기 때문에 이러한 정보가 통합되었을 때 변경에 대한 투명성이 필수적이다. 이러한 이유로 과거 미디어데이터 방식의 정보 통합에 대한 많은 시도가 있었으며, 근래에는 미디어데이터 방식을 기반으로 하는 EII(Enterprise Information Integration) 형태의 제품으로 발전이 되고 있다.

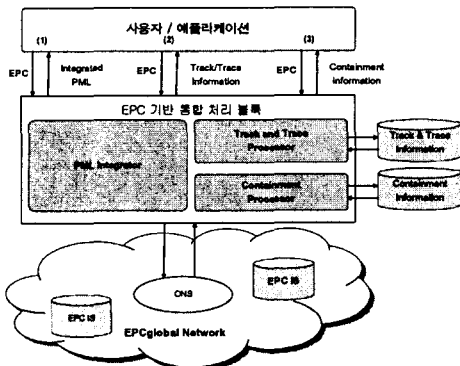
XML 기반 EII 블록은 이러한 정보 통합 시스템의 특징 및 최근 추세를 고려하여 [그림 2]와 같이 사용자의 요구 시에 실시간으로 데이터를 취합하여 정보를 제공하는 미디어데이터/랩퍼 방식의 구조를 갖는다. 사용자는 XQuery를 사용한 통합 질의가 가능하며, 이에 대한 결과로 통합된 정보는 XML 문서 형태로 제공 받는다.



[그림 2] XML 기반 EII 블록 구조

- 1) 미디어이터
사용자에 의해 정의되는 통합 뷰를 관리 및 제공하며, 정의된 통합 뷰에 대한 사용자의 통합 질의의 처리를 수행한다. 미디어이터는 통합 질의를 수행하기 위해서 통합 질의를 질의와 관련된 랩퍼를 위한 지역 질의로 분해하고 해당 랩퍼에 질의 처리를 명령하고 그 결과를 사용자가 원하는 구조로 통합하는 핵심 역할을 한다.
- 2) 랩퍼
이기종 지역 데이터 소스를 미디어이터에 연동할 수 있도록 해준다. 랩퍼는 데이터 소스에 XQuery 를 질의로 입력 받아 XML 로 결과를 출력할 수 있는 공통된 인터페이스를 부여하여, 미디어이터가 공통 인터페이스로 다양한 데이터 소스를 연동하여 질의를 수행할 수 있도록 한다.

4.2 EPC 기반 통합 처리 블록



[그림 3] EPC 기반 통합 처리 블록 구조

EPC 기반 통합 처리 블록은 유비쿼터스의 한 응용

도메인으로서 EPCglobal Network 환경에서의 EPC 상세 정보 통합 서비스를 제공하며 그 구조는 위 [그림 3]과 같다.

EPC 기반 통합 처리 블록은 EPCglobal Network 환경에서 특정 EPC 를 식별자로 갖는 객체의 분산 상세 정보에 대한 통합 정보를 제공하기 위한 PML 통합기 (PML Integrator), 객체의 위치 추적 기능을 제공하는 위치 추적 처리기, 그리고 객체의 소속 및 포함 관계 정보를 제공하는 포함 관계 처리기로 구성된다. 각 모듈이 제공하는 주요 기능은 다음과 같다.

- 1) PML 통합기 (PML Integrator)
사용자로부터 입력 받은 EPC 코드를 이용해서 ONS 로부터 해당 EPC 코드를 갖는 객체의 관련 상세 정보를 제공하는 정보 서버의 URI 리스트를 얻어 오고, 이를 기반으로 해당 EPC 코드를 갖는 객체의 통합된 객체 정보를 제공하는 기능을 수행한다.
- 2) 위치 추적 처리기 (Track and Trace Processor)
EPC 코드를 입력 받아서 특정 객체의 현재 위치 및 유통 경로를 추적하는 기능을 수행하며, 이를 위해서 위치 추적을 하고자 하는 모든 객체의 이동 시에 그 이동 상황을 EPC 기반 통합 처리 블록에 등록하는 인터페이스를 제공한다.
- 3) 포함 관계 처리기 (Containment Processor)
EPC 코드를 입력 받아서 특정 객체의 현재 및 특정 시간의 포장 및 포함 관계 정보를 제공하는 기능을 수행하며, 이를 위해서 포함 관계 정보를 제공하고자 하는 모든 객체의 포함 관계 변경 시에 변경 상황을 EPC 기반 통합 처리 블록에 등록하는 인터페이스를 제공한다.

5. 결론

본 논문에서는 사람, 사물을 포함한 모든 객체가 고유 식별자를 갖고 서로 통신하는 유비쿼터스 환경에서, 객체에 대한 분산 상세 정보를 통합하여 제공할 수 있는 시스템으로서 설계된 VISION 에 대해서 소개하였다.

현재 VISION 은 1 차로 EPC 식별자에 대한 상세 정보의 통합 기능을 제공하도록 설계되어 구현을 앞두고 있으며, 향후 일본의 유비쿼터스 ID 센터에서 제안한 ucode, ISO 에서 표준화 중인 15693 코드 등 EPC 이외의 스마트 객체 식별자를 갖는 스마트 객체의 상세 정보의 통합 기능을 지원하도록 확장할 계획이다.

참고문헌

- [1] EPCglobal Inc. Home Page, <http://www.epcglobalinc.org/>
- [2] Mark Harrison, "EPC Information Service - Data Model and Queries"
- [3] Mark Harrison, et al., "PML Server Developments"
- [4] VeriSign, Inc. Home Page, <http://www.verisign.com/>