

효율적인 RFID 애플리케이션 개발을 위한 엔터프라이즈 애플리케이션 프레임워크에 관한 연구

안규희[†], 양석환^{**}, 정목동^{***}

요 약

RFID 기술로 대변되는 표준화된 EPC와 EPCglobal 네트워크를 통한 관련 정보의 흐름은 물류 공급망에서 소비자 요구를 충족시키기 위해 정보를 공유하고 협력하는 방식에 새로운 변화를 일으키고 있다. 효율적인 RFID 기술의 채택을 위해서는 EPCglobal 표준 기반의 통신 및 보안 기술, 그리고 비즈니스 처리를 위한 공통적인 기능이 마련되어야 하고, RFID 환경에 유연하게 대처할 수 있는 표준 아키텍처가 요구된다. 본 논문에서는 효율적이고 안전한 RFID 애플리케이션 개발을 위한 엔터프라이즈 애플리케이션 프레임워크(Enterprise Application Framework : EAF)를 제안한다. EAF는 RFID 엔터프라이즈 시스템을 개발하는데 필수적으로 요구되는 다양한 표준 통신 프로토콜을 이용한 통신 환경, PKI 기반의 보안 기능, 그리고 유연한 RFID 비즈니스 도입을 위한 추상 비즈니스 서비스를 제공한다. EAF를 통해 RFID 비즈니스 통합을 단순화하고, 개발 복잡성이 감소되어 RFID 애플리케이션 개발을 위한 비용 절감의 효과를 가져 올 것이다. 또한 PKI 기반의 보안 기능을 제공함으로써 안전한 RFID 애플리케이션을 개발할 수 있다.

A Study on the Enterprise Application Framework for Developing Efficient RFID Applications

Kyuhee An[†], Seokhwan Yang^{**}, Mokdong Chung^{***}

ABSTRACT

The information flow through RFID techniques such as, standardized EPC and EPCglobal network suggests new change in the method of cooperating and sharing information in the supply chain. Common function should be prepared for communication, security techniques, and business processes based on the EPCglobal standard to introduce efficient RFID techniques. And the standard architecture which can deal with the RFID environment flexibly is quite necessary. Therefore, this paper suggests Enterprise Application Framework (EAF) for developing efficient and secure RFID applications. EAF offers essential services to develop RFID enterprise systems : a communication environment which uses various standard communication protocols, a security function based on PKI, and abstract business services for flexible introduction of RFID businesses . It simplifies the RFID business integration, minimizes the development complexity, and thus EAF is expected to reduce the cost of RFID application development. EAF guarantees constructing secure RFID applications due to PKI-based security mechanism.

Key words: RFID(RFID), EPCglobal Network(EPCglobal 네트워크), Application Framework(애플리케이션 프레임워크), PKI(PKI), Product Line(프로덕트 라인)

※ 교신저자(Corresponding Author) : 정목동, 주소 : 부산광역시 남구 대연3동 599-1(608-737), 전화 : 051)620-6883, FAX : 051)620-6450, E-mail : mdchung@pknu.ac.kr
접수일 : 2007년 5월 8일, 완료일 : 2008년 1월 11일
[†] 준회원, 부경대학교 컴퓨터공학과
(E-mail : heeya0101@nate.com)

^{**} 준회원, 부경대학교 정보보호학 협동과정
(E-mail : tigergal@chol.com)

^{***} 중신회원, 부경대학교 컴퓨터공학과 교수

※ 본 연구는 지역혁신을 위한 대학원생 양성을 위하여 2007년도 산업자원부와 Brain Busan 21 사업의 지원으로 수행되었음.

1. 서 론

기술 변화가 가속화되고 고객 요구가 다양화됨에 따라 기업의 환경 변화와 글로벌 경쟁이 심화되고, 물류 공급망(supply chain)의 통합과 최적화가 기업 경쟁력의 원천으로서 그 중요성이 부각되고 있다. RFID 기술, 특히 표준화된 EPC와 EPCglobal 네트워크를 통한 물류 관련 정보의 흐름은 제조업체, 소매업체, 비즈니스 파트너들이 소비자 요구를 충족시키기 위해 정보를 공유하고 협력하는 방식에 새로운 변화를 일으키고 있다. 이 기술은 물류 흐름 전반에 걸쳐 비즈니스의 여러 영역에서 근본적인 변화를 가져올 잠재성을 지니고 있다. 그러나 이러한 RFID 기술의 채택을 위해서는 기업들 간 호환 가능성 높은 시스템을 구축할 수 있도록 공통적인 표준이 마련되어야 하고, 안전하고 유연한 정보 공유와 비즈니스 프로세스의 지속적인 변화에 대처 가능한 표준 아키텍처 모델이 요구된다[1-3].

따라서 본 논문에서는 RFID 기술의 잠재적 효과를 구현하기 위해서 EPCglobal 네트워크 기반의 글로벌 표준을 채택하여 거래 파트너들 사이에 정보를 공유하고, RFID 기술을 도입함으로써 변화하는 물류 시스템 구축 환경에 적극적으로 대응할 수 있도록 엔터프라이즈 애플리케이션 프레임워크 (Enterprise Application Framework : EAF)를 제안한다. EAF는 특정 물류 시스템 개발 시, 각 도메인의 시스템 개발을 위한 여러 기능 중 중 RFID 애플리케이션 개발을 위한 공통적인 기능과 가변적인 기능을 체계적으로 파악하고 관리하여 재사용성을 극대화하고, 도메인 요구사항에 따라 재정의 하여 보다 적은 비용으로 보다 효율적인 물류 시스템 개발을 가능하게 한다. EAF는 최근 각광받고 있는 체계적인 소프트웨어 재사용 방법인 프로덕트 라인(Product Line)을 기반으로 서비스 기반의 경쟁력 있는 RFID 애플리케이션 개발 환경을 지원한다[4].

이를 위해 RFID 애플리케이션의 요구사항을 분석하고 연구 동향을 살펴 본 뒤 이를 통해 컨텍스트 기반의 적응적 보안 모델 및 추상 비즈니스 이벤트를 적용한 새로운 프레임워크 모델을 제시하고자 한다. RFID의 핵심인 EPC와 이를 기반으로 한 네트워크를 국제적이고 범 산업적으로 보급하기 위한 EPCglobal 네트워크 아키텍처를 기반으로 하는

EAF는 컨텍스트 기반의 보안 환경과 비즈니스 프로세스를 위한 이벤트 처리 환경을 수용함으로써 보다 효율적이고 유연한 RFID 애플리케이션 개발 환경을 제공할 것이라 생각된다.

2. RFID 애플리케이션의 요구사항

2.1 RFID 애플리케이션의 보안 요구사항

점차 RFID를 기반으로 한 애플리케이션 개발 기술의 발달로 정보 기술이 발전되어 사용자에게 맞는 편리한 정보 서비스를 제공받을 수 있는 네트워크 환경이 마련되고 있다. 반면에 그만큼 크래킹에 의한 정보 유출, 바이러스 유포, 컴퓨터 범죄, 프라이버시 침해, 저작권 침해 등 보안에 관련된 부작용 역시 활발해졌다. 또한 현재의 보안 서비스는 특정 환경 요소를 정적으로만 반영하고 있기 때문에 자원의 환경 요소가 동적으로 변화하는 RFID 환경에서는 적절하지 않다. 이와 같이 보안에 취약한 RFID 환경을 안전하게 보호하기 위해서는 다양한 산업 환경에 보다 적극적인 대처가 가능한 보안 관리 환경이 요구된다 [5,6].

2.1.1 인증

RFID 애플리케이션을 위한 EPCglobal 네트워크를 구성하는 각각의 사용자, 서비스, 디바이스, 그리고 메시지 간의 인증이 필요하다. 특히, 사용자의 서비스는 각각 상대방의 신원을 위해 상호인증을 해야 한다. 사용자의 신원이 한번 인증되면, 그 사용자의 신원은 권한을 부여하는데 사용된다. 인증된 사용자에게는 적절한 그룹 분류에 따른 역할이 부여된다[7].

2.1.2 권한 부여

EPCglobal 네트워크상의 엔티티들은 접근을 요청하는 모든 사용자에게 적절한 접근 권한 등급을 부여해야 한다. 가장 빈번한 접근 요청이 발생하는 EPCIS 질의 기능은 데이터를 요청한 사용자의 인증된 신원을 기반으로 EPCIS에 대한 권한을 제어한다. 이러한 상황은 엔터프라이즈 애플리케이션을 통한 다른 기관에 속한 클라이언트의 질의 시나리오에서 공통적으로 발생한다. EPCIS 질의가 주어지면 EPCIS 서비스는 클라이언트의 인증된 신원을 기반으로 클라이언트의 권한을 확인하고 그에 적절한 행위에 따라 질의를 처리한다. 이러한 EPCIS에 대한

클라이언트 권한은 위치, 질의 시간, 질의 내용 등에 따라 유동적으로 바뀌기 때문에 컨텍스트 기반의 접근 제어 기술의 적용이 필요하다[7,8].

2.1.3 보안 정책

EPCglobal 네트워크상의 인증된 사용자에 대한 역할 및 접근 제어를 위한 보안정책이 마련되어야 한다. 보안 정책은 리소스를 제공하는 제공자에 의해 설정되며, 리소스에 접근하려는 사용자의 인증 정보와 사용자의 컨텍스트 정보를 통해 적절한 정책이 적용된다.

2.2 RFID 애플리케이션의 비즈니스 프로세스 요구사항

EPCglobal 네트워크의 표준을 통한 관련 정보의 흐름은 소비자의 욕구를 충족시키기 위해 정보를 공유하고 협력하는 방식에 새로운 변화를 일으키고 있다. 현재 RFID에 관련된 표준화 및 관련 기술들에 대한 연구가 진행 중이고, 물류 환경에 RFID 기술의 도입을 위해서는 많은 선행 연구가 필요한 실정이다. 그리고 효과적으로 RFID 시스템을 도입하기 위해서는 기존의 비즈니스 환경과 RFID 비즈니스 환경의 연동 문제를 우선적으로 해결해야 한다. 이러한 이유로 말미암아 RFID 기술의 도입을 위한 선행 비용이 많이 요구되므로 기업에서는 RFID 기술을 쉽게 도입하지 못하고 있다. 오늘날의 다양한 물류 비즈니스 프로세스에 단순히 RFID 기술을 적용하기만해서는 RFID의 잠재 효과가 발휘되지 않는다. RFID 관련 표준 기술의 연구가 선행되어야 하고, 현재 물류 비즈니스 현황을 분석하여 RFID 기술을 적용할 프로세스의 분류가 필요하다. 또한 기존의 비즈니스 개발 기술에 RFID 기술을 적용할 수 있는 환경이 요구된다[9].

3. RFID 애플리케이션의 연구 동향

3.1 RFID 기술

RFID 기술은 크게 디바이스 계층(Device Tier), 센서 네트워크 계층(Sensor 네트워크 Tier), 소프트웨어 플랫폼 계층(Software Platform Tier), 애플리케이션 계층(Application Tier)으로 구성되는 4개의 계층 구조로 구성된다. 먼저 디바이스 계층은 태그

데이터 수집 기능을 가지며 하드웨어 상에서 보면 일반적으로 태그와 태그 정보를 판독 및 해독하는 리더기 기술로 구성된다. 센서 네트워크 계층은 태그와 리더기, RFID 호스트 등을 위한 효율적인 네트워크 기술이며, 소프트웨어 플랫폼 계층은 디바이스 계층으로부터 수집된 상품 코드 데이터를 애플리케이션 계층에서 효과적으로 사용할 수 있도록 데이터의 전처리, 대규모 데이터 환경에서의 실시간 지원 등과 같은 서비스와 애플리케이션의 리더기 제어 등과 같은 하위 디바이스 계층의 프로그래밍 API 등을 제공한다. 마지막으로 애플리케이션 계층은 물류(Logistics), 공급망 관리와 같은 각종 응용 소프트웨어에 RFID를 접목시키는 기술로 구성된다[10].

3.2 EPCglobal 네트워크 아키텍처

EAN 인터내셔널과 UCC 합작으로 설립된 EPCglobal의 핵심은 EPC와 이를 기반으로 한 네트워크를 국제적이고 범 산업적으로 보급하는 것이다. 모든 기업들이 표준화된 통합 공급체인을 구축해 언

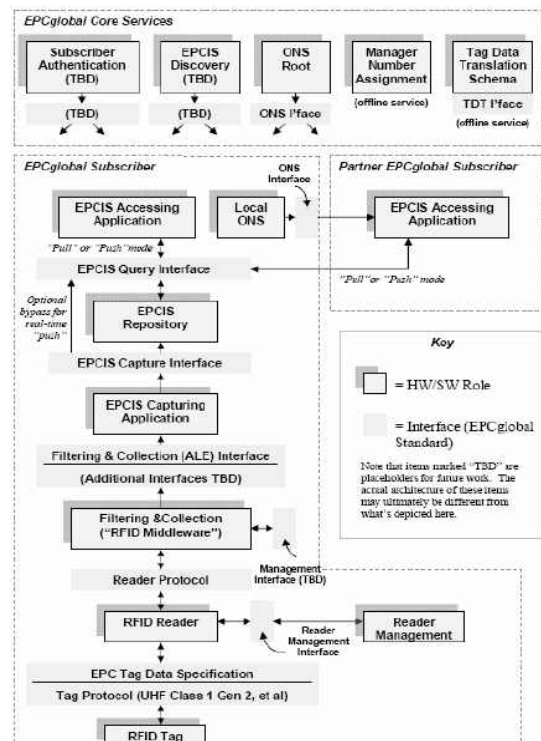


그림 1. EPCglobal 네트워크 아키텍처

제 어디서나 물류상태를 파악할 수 있도록 하는 것을 주요 범위로 하여 RFID 분야의 국제 표준제정과 보급에 앞장서고 동 표준의 구현에 필요한 모든 정보를 지원하는 역할을 하게 된다. 그림 1은 EPCglobal 네트워크 아키텍처를 나타낸다.

RFID 리더기는 RFID 태그들이 인식거리 안에 있는 동안 복수의 태그를 인식 가능하게 만드는 역할을 하는 것으로 안테나와 컨트롤러(리더기)등으로 구성된다. RFID 프로토콜은 RFID 리더기에서 RFID 미들웨어에게 인식된 태그를 전달하는 역할을 수행하며, RFID 미들웨어는 태그 데이터를 수집하여 필터링하고 그룹핑하여 캡처링 애플리케이션에 전달한다. ALE 인터페이스는 수집되고 필터링 된 태그의 인식 데이터를 미들웨어에서 로컬 애플리케이션까지 전달한다. EPCIS 캡처링 애플리케이션은 EPCIS의 구성요소 중 하나이며 ALE 인터페이스로부터 필터링 된 이벤트를 요구하여 받아오며 EPC와 연관된 비즈니스 적인 이벤트들의 발생이 이식된 경우 데이터를 가공하여 EPCIS 저장소에 비즈니스와 관련된 EPCIS 이벤트 데이터로 전달하여 저장한다. EPCIS 캡처링 인터페이스는 실시간으로 비즈니스 적으로 정리된 이벤트 데이터를 EPCIS 저장소에 포함시키고, 실시간으로 EPCIS 접근 애플리케이션과 다른 파트너에게 EPCIS 이벤트를 전달한다. EPCIS 저장소는 하나 또는 그 이상의 EPCIS 캡처링 애플리케이션들에서 보내진 비즈니스 프로세스가 적용된 EPCIS 이벤트들을 보관하며 EPCIS 접근 애플리케이션에서 질의 요청 시 EPCIS 레벨 이벤트들의 기록을 제공하고 데이터를 보관한다. EPCIS 쿼리 인터페이스는 EPCIS 저장소에 저장된 데이터를 거래 파트너와 EPCIS 접근 애플리케이션을 위해 EPCIS 데이터를 요청하는 방법이다. EPCIS 접근 애플리케이션은 기업 내부에서 업무를 수행하는 창고 관리, 선적과 수취, 분석처리 결과 등 EPC와 연관된 자료에 대한 처리가 필요한 곳에 이벤트 데이터를 제공하는 역할을 한다[11,12].

3.3 BEA 웹로직 RFID 엔터프라이즈 서버

현재 BEA, IBM, MS, 오라클 등 국내외 다양한 RFID 미들웨어 및 BPM 솔루션 개발 업체에서는 RFID 관련 시스템의 효율적인 데이터 처리 환경 및 유연한 통합 환경의 제공을 위한 강력한 기술과 솔루션을 제시하고 있다.

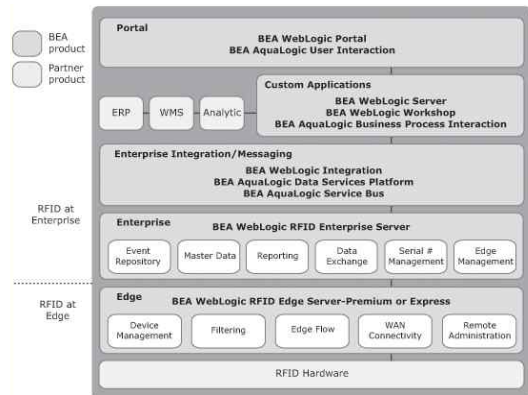


그림 2. BEA 웹로직 RFID 제품

RFID 관련 시스템 구축 및 운영기술을 제공하는 대표적인 벤더중 하나인 BEA코리아는 RFID 및 관련 디바이스를 통해 취득된 다양한 정보들을 기업 내 모든 부서와 애플리케이션, 비즈니스 프로세스 등에서 공유하고 활용할 수 있도록 해주는 전사적 차원의 리퀴드 에셋(liquid asset) 비전을 실현하기위해 다양한 솔루션 연구를 진행하고 있다. 그 중 BEA 웹로직 엔터프라이즈 서버는 RFID 비즈니스 프로세스를 자동화하기 위해 설계된 업계 최초의 표준 기반 엔드투엔드 RFID 인프라스트럭처 플랫폼이다. RFID 인프라스트럭처 기술과 BEA의 SOA 기반 플랫폼을 통합하여 뛰어난 확장성 및 성능을 제공함으로써, 네트워크 에지에서 데이터 센터에 이르기까지 모든 기업 내 자산을 업무에 맞게 활용할 수 있다. 특히, 이 솔루션은 사용하기 쉽고 강력한 API를 사용하여 데이터웨어하우스 및 공급망 관리 시스템, ERP 애플리케이션 등을 비롯한 기존의 엔터프라이즈 툴 및 애플리케이션과 유연하게 통합된다[13]. 그림 2는 BEA의 웹로직 RFID 제품의 아키텍처를 나타낸다.

그러나 이러한 다양한 솔루션들이 많은 성능과 기능을 제공하고 있지만 그만큼 기술 자체가 무겁고, 많은 비용이 들기 때문에 물류 시스템에 관한 높은 수준의 기술을 보유하고 있는 대기업이나 일부 기업 외에는 이러한 기술을 도입하는데 상당한 어려움이 따르고 있다.

4. Enterprise Application Framework (EAF)의 제안

그림 3은 EAF의 전체 구조를 나타낸다. EAF는

개발자가 EPCglobal 네트워크를 기반으로 RFID 애플리케이션 개발에 필요한 비용을 줄이고, 효율적이고 안전한 시스템을 구축할 수 있도록 지원하는 프레임워크이다.

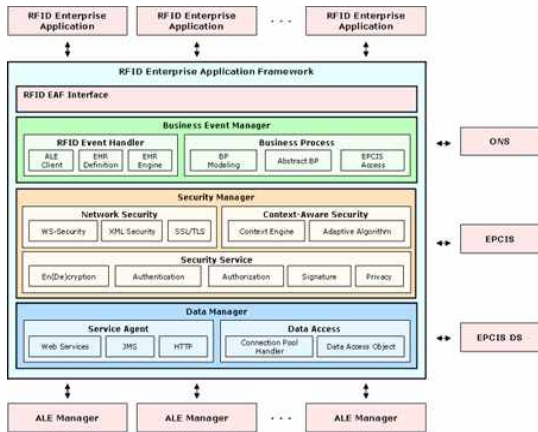


그림 3. 엔터프라이즈 애플리케이션 프레임워크 아키텍처

EAF는 RFID 애플리케이션 개발에 필수적인 공통 요소 및 환경을 API로 제공하며, 다양한 표준 기술을 채택하고, 플랫폼에 독립적인 개발 환경을 지원한다. EAF는 크게 3가지 레이어로 구성된다. EAF는 이중의 플랫폼 및 외부 시스템 사이의 원활한 정보 교환을 위한 데이터 레이어, RFID 애플리케이션 환경에 최적화된 보안환경을 제공하는 보안 레이어, 그리고 RFID 기술과 물류 비즈니스 간의 통합을 위한 비즈니스 레이어를 제공함으로써 RFID와 관련된 물류 애플리케이션 개발 전반에 활용될 수 있는 프레임워크라 할 수 있다.

4.1 데이터 매니저 (Data Manager)

데이터 매니저는 거래 파트너 및 데이터베이스 등 외부 시스템과의 통신을 담당한다. EPCglobal 네트워크 기반의 애플리케이션은 EPC 정보를 획득하기 위해 일반적으로 EPCIS 저장소에 접근하게 된다. 데이터 매니저는 EAF를 통해 개발된 모든 RFID 애플리케이션이 EPCIS 쿼리 인터페이스가 제공되는 모든 환경에 웹 서비스를 기반으로 효율적으로 데이터를 교환하고, 처리된 데이터를 로컬의 데이터베이스에 관리할 수 있도록 한다. 그림 4는 데이터 매니저의 구조 및 기능을 나타낸다.

4.1.1 서비스 에이전트 (Service Agent)

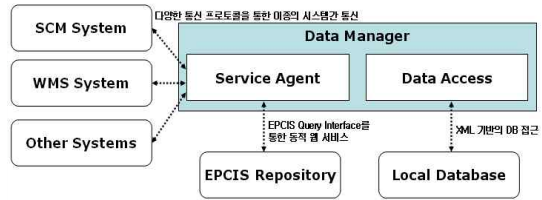


그림 4. 데이터 매니저 구조 및 기능

서비스 에이전트 모듈은 EPCglobal 네트워크상의 EPCIS 저장소, EPCIS DS, ONS, 또는 거래 파트너 간의 통신을 담당하며, 표준 기반의 웹 서비스, 소켓, JMS 등 다양한 통신 프로토콜을 지원하므로 원활한 정보 교환 환경을 지원한다. 특히, 동적 웹 서비스를 지원하여 원활하게 EPCIS 쿼리 인터페이스를 통해 EPC 정보를 획득하고, 보안 매니저의 인증서 발급 및 인증서 검증의 기능을 지원하는 인터페이스를 제공한다.

4.1.2 데이터 접근 (Data Access)

데이터 접근 모듈은 데이터베이스에 접근하기 위한 기능을 제공한다. XML을 기반으로 EAF를 통해 개발된 시스템의 운영에 필요하거나, 시스템 운영 중 도출된 데이터를 저장하거나 검색하는 기능을 포함한다.

4.2 보안 매니저 (Security Manager)

보안 매니저는 PKI를 기반으로 데이터 매니저를 통해 EPCIS 및 외부 시스템에 접근하려는 사용자를 인증하고, 접근을 요청하는 환경에 적합한 권한을 부여하는 기능을 제공한다. 또한 안전한 데이터 교환을 위한 다양한 암호·복호화 기술을 제공한다. 데이터 교환이 빈번히 일어나는 RFID 환경에 맞게 PKI를 경량화 시키고, 컨텍스트 기반의 적응적인 동적 보안 환경을 지원한다[11]. 그림 5는 보안 매니저의 구조 및 기능을 나타낸다.

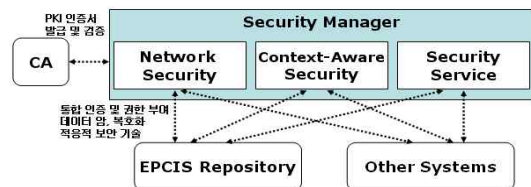


그림 5. 보안 매니저 구조 및 기능

4.2.1 사용자 인증 및 권한 부여 (Authentication & Authorization)

보안 매니저는 EAF 애플리케이션을 사용하는 모든 사용자를 인증한다. 사용자가 입력한 ID/PW 및 발급된 PKI 인증서를 통해 사용자 정보와 보안 정보(권한 및 보안 수준)를 파악하고 사용자를 인증한다. 사용자의 권한 수준, 접근 요청 시간 및 장소 등에 따라 EPCIS 저장소의 데이터에 대한 알맞은 접근 권한을 부여받아 안전한 정보 교환이 이루어진다[7,8].

4.2.2 데이터 암호·복호화

EAF 애플리케이션과 외부 시스템 간에 데이터를 안전하게 송수신하기 위해서는 데이터에 대한 암호·복호화가 이루어져야 한다. 보안 매니저는 대칭키와 비대칭키의 단점을 보완하기 위해 다양한 대칭키 및 비대칭키 암호화 환경을 제공한다. 효율적인 암호화를 위해 Diffie Hellman을 바탕으로 하는 키일치를 기본 암호화 방법으로 사용하고, EAF로 개발되는 해당 도메인 시스템의 요구사항에 따라 적합한 암호·복호화 방법을 적용할 수 있도록 지원하는 형태의 보안 API를 제공한다.

4.2.3 PKI (Public Key Infrastructure)

보안 매니저는 효율적이고 강력한 보안 환경의 제공을 위해 PKI를 제공한다. 개발자는 PKI에 대한 사전 연구가 없이도 EAF에서 제공하는 PKI 관련 API를 이용함으로써 효율적인 PKI 환경을 지원하는 시스템을 구축할 수 있다. X.509의 버전 1 또는 3에 대한 인증서를 발급하며, 인증서 검증 서비스를 제공한다[14].

4.3 비즈니스 이벤트 매니저

비즈니스 이벤트 매니저는 물류 시스템에 RFID를 도입하고자 하는 다양한 기업에게 EPCglobal 네트워크와 같은 표준 인프라스트럭처를 기반으로 효율적으로 RFID를 도입할 수 있는 기술 환경을 제공한다. RFID 물류 비즈니스 프로세스의 중요한 특징을 분석하고, 이러한 특징을 바탕으로 실제 업무를 수행하는 애플리케이션 계층(EPCIS 접근 애플리케이션)에서 EPCglobal 네트워크 기반의 RFID 관련 비즈니스

스를 효율적으로 통합하고 활용할 수 있도록 지원하는 추상 비즈니스 서비스 및 ALE(RFID 미들웨어)와의 데이터 교환을 위한 질의 생성 및 처리 환경을 지원한다.

4.3.1 RFID 이벤트 핸들러

RFID 이벤트 핸들러 모듈은 ALE에 직접 접근하여 데이터를 처리하는 기능을 제공한다. ALE에 EPC 데이터를 요청하는 ECSpec의 생성과 그 결과인 ECRReport의 처리를 담당하며, EAF 애플리케이션 사용자가 손쉽게 이러한 처리를 할 수 있도록 지원한다. RFID 시스템은 EPCglobal 네트워크의 표준이 진행됨에 따라 점차 ALE에 직접 접근하지 않고, EPCIS 저장소를 통해 데이터를 요청할 것이므로 이 모듈은 추후에 생략될 것이다.

4.3.2 비즈니스 프로세스

비즈니스 프로세스 모듈은 효율적인 물류 비즈니스 처리를 위해 추상 비즈니스 서비스(Abstract Business Services)를 제공한다. 추상 비즈니스 서비스는 EPCglobal 네트워크를 기반으로 기존의 물류 비즈니스에 RFID를 접목시키는 기술을 지원한다. 이것을 통해 실제 업무를 수행하는 애플리케이션 계층의 여러 도메인의 비즈니스 애플리케이션에서 EPCIS 쿼리 인터페이스에게 EPC 데이터 질의를 생성하여 전송하고, 이에 대응되는 실제 정보 데이터를 획득하고 처리하여, 해당 RFID 관련 비즈니스 업무에 처리된 데이터를 접목시키는 일련의 공통적인 업무를 효율적으로 개발할 수 있도록 해준다. 또한 추상 비즈니스 서비스는 비즈니스 서비스 분류에 따라 각 비즈니스에 관련된 공통적으로 활용이 가능한 비즈니스 기능을 추상 API 형태로 제공한다. 이러한 비즈니스 API는 재사용 가능한 하나의 비즈니스 서비스 개념으로 제공되므로 해당 도메인의 요구에 따라 그대로 이 서비스를 재사용하거나, 업체별 요구사항에 따라 공통적인 비즈니스에 요구되는 기능을 추가하여 확장할 수도 있기 때문에 유연한 비즈니스 처리 구조를 개발할 수 있다. 일련의 EPCglobal 네트워크 내의 기능 활용을 서비스 단위로 단순화시켜 많은 선행 연구가 없더라도 활용도를 높일 수 있고, 기존의 다양한 기업의 RFID 비즈니스 프로세스 통

합 솔루션에 비해 가볍기 때문에 중소기업에서도 손쉽게 도입할 수 있다.

연구가 진행됨에 따라서, 또는 공급망 비즈니스의 요구사항 변화에 따라 공통적인 비즈니스 기능의 추가가 필요할 경우 계속적으로 손쉽게 공통 모듈을 확장할 수 있도록 개발되었다. 그러므로 변화하는 물류환경에 보다 유연하게 대처할 수 있다.

4.3.3 추상 비즈니스 서비스 분류

물류 비즈니스 프로세스에 잠재적인 RFID 적용 범위를 계획하기 위해 전반적인 공급망 환경 내에서 RFID를 적용할 수 있는 주요 영역을 분석 및 분류하였다. 분류된 각각의 영역은 재사용가능한 비즈니스 서비스로써 업체별 도메인 요구 사항에 따라 확장 구현되고, 계층적으로 세분화 된다. 그림 6은 공급망 전체에 걸쳐 RFID 기술이 적용되어 기존 비즈니스 프로세스, 시스템 등 개선이 가능한 공통적인 비즈니스 서비스를 보여주고 있다.

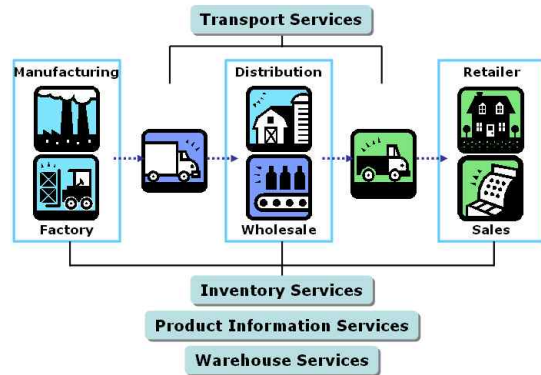


그림 6. 공급망에 대한 주요 RFID 서비스

4.3.3.1 재고 서비스 (Inventory Services)

재고 서비스는 공급망 전반의 재고와 관련된 비즈니스 서비스이다. 이 서비스는 물류 전반에 걸쳐 가장 중요한 부분이라 할 수 있다. 이 서비스는 각 도메인 시스템에서 매출 판매 등 소매상 점포 운영, 각 창고의 재고, 점포 내 재고, 상품이나 시간에 따른 재고 사항 파악, 요구 수요량 파악 및 주문, 그리고 재고 관리에 따른 손실 관리 기능을 포함한다.

- OrderMgr : 주문에 관련된 기능 제공
- ReturnGoodsMgr : 반품에 관련된 기능 제공
- ShrinkMgr : 주문 중 손실에 관련된 기능 제공

4.3.3.2 상품 정보 서비스 (Product Information Services)

상품 정보 서비스는 EPCIS 저장소에 저장되어 있는 특정 상품의 정보를 사용자의 요구에 맞게 요청, 갱신하는 기능을 포함하는 비즈니스 서비스이다. 상품의 EPC 관련 정보, 상품 위치 정보, 그 외 EPCIS 저장소에 저장된 추가적인 컨텍스트 정보를 다룰 수 있다.

- PartsList : 특정 상품을 구성하는 부품에 관련된 기능 제공
- ProductinList : 상품별 관련 상세 정보 제공
- StockList : 위치, 지역 별 상품 재고 리스트 정보

4.3.3.3 창고 서비스 (Warehouse Services)

창고 서비스는 상품의 입출고에 관련된 비즈니스 서비스를 포함한다. 공급망 전반에 걸친 상품의 전달에 따라 각 도메인 시스템에서 실시간으로 수취 및 선적 정보를 파악하는 기능을 포함한다.

- DeliverGoodsMgr : 상품 운송 관련 정보 제공
- WarehousingMgr : 상품 입출고 관련 정보 제공
- ShrinkMgr : 상품 운송 및 입출고 비즈니스 수행 중 발생한 손실 관리 기능

4.3.3.4 운송 서비스 (Transport Services)

운송 서비스는 공급망 내 특정 상품의 이동 정보와 관련된 비즈니스 서비스이다. EPCIS 저장소를 통해 이동 중인 상품의 현재 위치 및 이동 경로를 추적하고, 상품의 경유지 파악, 상품 상태 관리 및 손실을 관리하는 기능을 포함한다. 이 서비스는 ONS의 기능도 활용한다.

- TransportStatusMgr : 상품의 운송 상태 정보 제공

이 외에도 공급망의 흐름에 따라 거래 파트너의 관리 및 부가적인 이벤트, 프로모션 및 서비스와 관련된 이슈를 처리하는 기능이 포함된다. 그러나 본 논문에서는 애플리케이션 계층에서 EPCIS 저장소에 접근하여 수행 가능한 실질적인 데이터 처리에 대한 서비스를 중점적으로 다룬다. 각각의 서비스와 연관된 기능(OrderMgr, PartsList 등)들은 해당 도메인의 요구사항에 맞춰 개발자에 의해 확장 가능한 추상 비즈니스를 포함한다.

4.3.4 추상 비즈니스 서비스(Abstract Business Services) 전체 구조

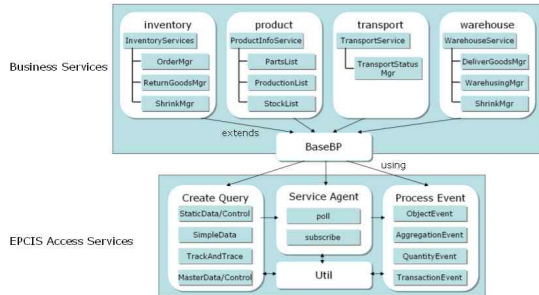


그림 7. 추상 비즈니스 서비스 전체 구조

그림 7은 제안하는 추상 비즈니스 서비스의 전체 구조를 나타낸다. 추상 비즈니스 서비스는 크게 개발자에 의해 도메인별로 실제 재사용 및 확장 구현될 비즈니스 서비스와 추상 비즈니스 서비스 내부 데이터 처리를 위해 EPCIS 접근을 담당하는 EPCIS 접근 서비스로 나뉜다. 비즈니스 서비스는 각각의 서비스 내부에 각 비즈니스별 공통적인 기본 서비스를 지원하는 비즈니스 서비스 클래스와 각 도메인의 요구사항에 따라 재사용, 추가 및 확장이 가능한 추상 비즈니스 서비스를 포함한다. EPCIS 접근 서비스는 비즈니스 서비스의 비즈니스 별로 필요한 EPC 데이터의 요청을 위한 알맞은 질의 생성 기능을 수행하는 Create 쿼리, EPCIS와의 통신을 위한 동적 웹 서비스 기반의 서비스 에이전트(Service Agent), EPCIS로부터 전달받은 각각의 EPCIS 이벤트를 처리하여 비즈니스 서비스로 전달하기 위한 처리 이벤트(Process Event), 그리고 전반적인 데이터 처리에 필요한 기본적인 기능들을 포함하는 유틸(Util)을 포함한다. BaseBP는 추상 비즈니스 서비스에서 가장 기본이 되는 모듈로서 각 비즈니스 서비스에 흠어진 공통 프로세스를 포함하고 있다.

이것을 통해 특정 도메인의 공급망 시스템을 개발하는 개발자는 EPCglobal 네트워크의 여러 표준 기술 및 데이터 처리, 생성 및 요청, 비즈니스 분류, 또는 EPCIS 등 외부 서비스와의 통신을 위한 웹 서비스 기술 등의 공통 기능에 대한 사전 연구 및 개발을 직접 할 필요가 없다. 대신에 해당 도메인의 비즈니스 처리에 필요한 인자만 설정해주고, API로 제공되는 단순화 된 비즈니스 서비스의 추상 비즈니스만을 그대로 상속하여, 재사용하거나 필요에 따라서 확장 구현만 해주면 된다. 또한 개발자가 원한다면 직접

표 1. EAF를 활용한 애플리케이션의 알고리즘

```

STEP1 : BaseBP
// CreateQuery, ServiceAgent, ProcessEvent등과 같은
클래스의 기능을 그대로 이용하여 메소드를 구현하
며, 추상메소드 processingEPCISevent()를 선언함

<BaseBP>
makeQuery(info)
// 전달받은 정보를 이용하여 질의를 생성하기 위한
도큐먼트를 생성
doc = getDocument(info);
// 프로세스의 종류에 따라 기능을 호출함
if(mode == A) query = CreateQuery.StaticData(doc);
else if(mode == B) query = CreateQuery.SimpleDat
a(doc);
else if(mode == C) query = CreateQuery.TrackAnd
Trace(doc);
else if(mode == D) query = CreateQuery.MasterDat
a(doc); end;
// 종류에 따라 다르게 생성된 질의를 반환
return query;
end;

executeQuery(query)
// 생성 및 전달받은 질의를 이용하여 프로세스를 수행
ServiceAgent.subscribe(query);
ServiceAgent.poll();
end;

setQueryMode(mode)
// 어떤 기능을 위한 질의를 생성할 것인가에 대한
설정
queryMode = mode;
end;

// 추상메소드 processingEPCISevent를 선언
abstract processingEPCISevent();

STEP2 : Business Services
// BaseBP를 상속받아 추상메소드 구현 및 각 서비스를
구현하고 필요한 경우 상속받은 메소드를 오버라이딩
하여 각 기능에 적절하게 적용시킴
// WarehousingService를 예로 듦

<WarehousingService extends BaseBP>
// 각 서비스를 구현(예: 창고 서비스)
processingEPCISevent(info)
// 추상메소드를 구현
query = makeQuery(info);
result = executeQuery(query);
return result;
end;

makeQuery(info)
// 기능에 맞게 조건을 설정하기 위하여 상속받은 메
소드를 오버라이딩 함
setQueryMode(B);
return super.makeQuery(info);
end;
abstract getStatus(info);
    
```


표 1. 계속

```

<WarehousingMgr extends WarehousingService>
// 각 서비스를 상속받으며 기능에 따라 적절하게 구현함
getStatus(info)
    setWarehousingInfo(info);
    return processingEPCISevent(info);
end;

<DeliverGoodsMgr extends WarehousingService>
// 각 서비스를 상속받으며 기능에 따라 적절하게 구현함
getStatus(info)
    setDeliverGoodsInfo(info);
    return processingEPCISevent(info);
end;

STEP3 : Domain dependent(영역의존) Business Systems
// 각 업체별로 원하는 기능을 구현

<BusinessSystem>
businessSystem()
    while(true)
        if(condition == true)
            customer = ProductionList.getMakerComp
                anyCode(productInfo);
            workProcess(); // 해당업체의 고유 업무 프로세스
            messageQueue.put(info);
        end;
        if(messageQueue.get(idx) != null)
            result1 = WarehousingMgr.getStatus(info1);
            result2 = DeliverGoodsMgr.getStatus(info2);
        end;
        displayGUIProcess(); // 처리결과를 표현하는 해당업체 고유의 프로세스
    end;
end;
    
```

EPCIS 접근 서비스의 API를 사용하여 질의를 생성하고, 처리할 수도 있다.

EPCglobal 네트워크의 표준을 따르고 있으므로 이 표준에 따른 모든 인프라스트럭처에 사용이 가능하다. 현재 분류된 추상 비즈니스 서비스는 서비스 단위로 비즈니스를 재사용할 수 있도록 구현되어 있으므로, 추후에 공급망 요구사항의 확장에 따라 더욱 다양한 서비스가 추가될 수 있다. 표 1은 EAF를 활용한 애플리케이션의 알고리즘을 나타낸다.

5. EAF를 활용한 개발 사례의 효율성 분석 및 고찰

5.1 EAF를 활용한 개발 사례

다음의 그림 8은 상품 주문 시스템 개발에 EAF를

활용한 개발 사례를 보여준다. EAF는 상품 주문 시스템 개발을 위한 공통적인 보안, 통신 및 비즈니스 기능을 제공한다. 여기서 제공하는 모든 기능을 그대로 사용해도 되고, 해당 도메인의 요구에 따라 몇 가지 비즈니스 프로세스의 조합도 가능하다.

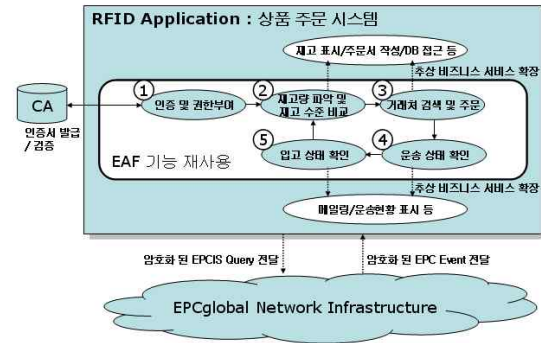


그림 8. EAF를 활용한 상품 주문 시스템 개발

5.1.1 데이터 매니저의 역할

상품 주문 시스템에서 데이터 매니저는 EPCglobal 네트워크의 EPCIS 저장소와의 웹 서비스 통신을 담당한다. 해당 EPCIS 저장소의 URL을 통해 동적 웹 서비스 환경을 구축하고, ②~⑤ 단계에 필요한 EPC 데이터의 요청을 위해 보안 매니저를 통해 암호화된 EPCIS 쿼리 데이터를 EPCglobal 네트워크 인프라스트럭처로 전달하고, 그것에 해당하는 EPC 이벤트 응답을 받아 비즈니스 처리를 위해 상위로 전달한다.

5.1.2 보안 매니저의 역할

상품 주문 시스템에서 보안 매니저는 EPCIS 저장소에 접근하여 데이터를 요청하기 위해 ① 단계를 통해 우선 CA를 통해 인증서를 발급 받는다. 미리 발급받은 인증서가 있다면 그 인증서가 유효한지 검증 후, 사용자를 인증하고 사용자의 위치, 접근 시간 등의 컨텍스트 정보를 통해 적절한 권한을 부여한다. 인증된 사용자는 상품 주문 시나리오 처리를 위한 여러 EPC 데이터를 EPCIS 저장소에 요청할 권한을 갖게 된다.

5.1.3 비즈니스 이벤트 매니저 역할

상품 주문 비즈니스 프로세스 처리를 위해 추상 비즈니스 서비스 중 재고 서비스와 상품 서비스를 사용한다.

②단계의 상품 서비스를 통해 현재 창고/매장 내 재고 리스트(재고량)를 파악하여, 해당 창고/매장의 적정 재고수량을 파악한다. 적정 수량보다 재고가 적을 경우에는 ③단계의 재고 서비스의 주문관리 서비스를 통해 재고 상품을 주문할 수 있는 거래처를 검색하고, 적당한 수량의 상품을 주문한다.

④~⑤ 상품 주문이 제대로 접수되었는지 확인 후, 현재 상품의 운송/배송 상태 및 도착 상태를 확인한다.

계속적인 상품별 재고량 파악으로 반복적인 비즈니스 처리가 이루어진다. 각각의 단계에서 필요한 비즈니스 처리를 위해 내부적으로 알맞은 질의를 생성하여 EPCIS로 EPC 데이터를 요청하고, 응답받은 데이터를 처리하여 효율적인 비즈니스 서비스가 이루어진다. 또한 각각의 단계에 도메인에 따라 공통 비즈니스를 확장하여 기능을 추가할 수 있다. 위의 사례에서 확장 가능한 기능의 예는 다음과 같다.

②~③ 상품의 재고량 현황 확인 및 데이터베이스 저장, 또는 주문에 따른 주문서 작성 및 결제 등의 비즈니스 추가

④~⑤ 상품 주문에서 운송까지의 상황 확인 및 조회 등의 비즈니스 추가

5.2 EAF 보안 모델의 효율성 고찰

EAF의 보안 모델은 컨텍스트 기반의 통합 보안 환경을 제공한다. 기존의 PKI 모델은 인증을 위해 단순히 사용자의 인증서가 유효한지의 여부만을 파악 했지만, 제안한 보안 모델은 사용자의 인증서가 유효하더라도 서비스에 접근하려는 사용자의 위치,

시간 등의 정보에 따라 접근의 허용 여부가 결정되고, 인증된 사용자의 역할이 동적으로 할당된다. 추후에 EPCglobal 네트워크의 보안 표준이 PKI 기반으로 VeriSign에 의해 CA가 운영될 것을 고려하여 표준 환경을 기반으로 강력한 보안 기능을 제공할 것이다. 표 2는 EAF 보안모델의 효율성을 나타낸다.

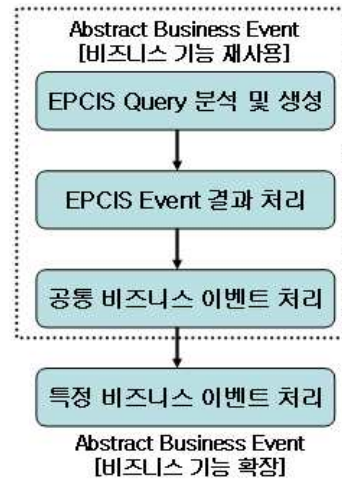


그림 9. EAF 추상 비즈니스 이벤트의 재사용성 및 확장성

5.3 EAF 비즈니스 이벤트 모델의 효율성 고찰

EAF의 비즈니스 이벤트 모델은 RFID 관련 비즈니스의 공통 요소들을 분석하고 추출하여 추상 레벨의 비즈니스 이벤트 개발 환경을 제공하였다. EAF를 사용하지 않고 시스템을 개발할 경우, 해당 도메인의 비즈니스 이벤트를 처리하는데 필요한 EPC 이벤트를 얻기 위해 이벤트를 분석하고, 유효한 질의를

표 2. EAF 보안 모델의 효율성

	기존 보안(PKI) 모델	제안 EAF 보안 모델
인 증	· 인증서의 유효(유효 기간 등)여부에 따라 인증	· 인증서의 유효 여부 검증 · 인증서를 소지한 사용자 컨텍스트에 따라 인증 및 동적으로 역할(권한) 할당
암호화, 무결성, 부인방지	· 전자 서명 및 공개키/비밀키를 이용하여 보장	· 전자 서명 및 공개키/비밀키를 이용하여 보장
권한 부여	· 인증서를 통하여 연관된 모든 시스템에서 인증/같은 권한으로 접근	· 적용된 역할에 따라 연관된 시스템에 대한 권한 결정
기타 특징	· 각각의 도메인에 따라 별도의 CA 운영 (공통 CA운영은 사실상 불가능)	· EPCglobal 네트워크 표준에 따른 rootCA 운영 (VeriSign) · EPCglobal 네트워크 표준에 따르는 모든 시스템과 통합된 PKI 환경을 가짐

표 3. EAF 비즈니스 이벤트 모델의 효율성

	기존 비즈니스 처리 모델	제안 EAF 비즈니스 처리 모델
EPCIS 이벤트 요청	· 유효한 질의 이벤트 생성 · 해당 비즈니스 처리를 위한 질의 이벤트 분석	· 추상 비즈니스 이벤트 내부에서 제공 (유효/적합한 질의 생성)
EPCIS 이벤트 처리	· 해당 비즈니스에 활용가능하도록 EPCIS 이벤트 처리 및 가공	· 추상 비즈니스 이벤트 내부에서 제공 (비즈니스 처리를 위해 가공)
비즈니스 이벤트	· 개발하려는 시스템마다 필요한 RFID 관련 비즈니스 개발	· 추상비즈니스 내부에서 공통적 비즈니스 제공 (여러 도메인에 반복되는 공통 비즈니스 - 재사용) · 해당 시스템에 필요한 추가 기능 구현 (해당 도메인에 독자적인 비즈니스 - 확장)
기타 특징	· EPCglobal 네트워크 등과 같은 RFID 관련 기술 연구 선행 (많은 연구 비용)	· RFID 기술에 관련된 많은 지식이 필요치 않음

생성하는 등의 일련의 과정이 필요하다. 그러나 EAF의 추상 비즈니스 이벤트를 사용할 경우, 이러한 기능은 내부적으로 제공된다. 또한 질의 결과로 특정 EPC 이벤트를 받았다고 하더라도 받은 EPC 이벤트를 해당 시스템에서 활용하기 위해 분석하고, 처리하는 과정이 필요하지만, 추상 비즈니스 이벤트를 활용하면 이 기능 역시 내부적으로 처리하여 개발자가 바로 그 결과를 사용할 수 있도록 한다. 결과적으로 개발자는 처음부터 끝까지 모든 비즈니스 이벤트를 다 개발하는 것이 아니라, 추상 비즈니스 이벤트를 통하여 제공되는 공통 요소는 그대로 재사용하고, 도메인에 따라 바뀌어야 하는 비즈니스 이벤트만 확장하여 개발하면 되기 때문에 시간과 비용을 절감할 수 있다. 그림 9는 EAF 추상 비즈니스 이벤트의 재사용성 및 확장성을 나타내며 표 3은 EAF 비즈니스 이벤트 모델의 효율성을 나타낸다.

6. 결 론

본 논문에서는 자원의 환경 요소가 동적으로 변화하는 RFID 환경에 맞춰 변화하는 물류 비즈니스를 고려하여 다양한 공급망 도메인 시스템에 RFID를 도입하여 여러 물류 애플리케이션을 효율적으로 개발할 수 있는 EAF를 제시하였고, EAF를 활용하여 어떻게 애플리케이션을 구현하는가에 대한 알고리즘과 개발사례를 제시하였다.

제시한 EAF는 EPCglobal 네트워크를 기반으로 RFID가 적용 가능한 여러 도메인의 애플리케이션 기능을 분석하여 공통 요소를 추출해내고, 공통 기능을 재사용 가능하도록 지원한다. 이러한 EAF를 이용하여 개발자는 본 논문에서 제시된 알고리즘과 같

은 방식으로 개발하려는 시스템의 요구사항에 맞게 공통요소를 확장 및 재사용하여 보다 유연하게 각종 응용 공급망 비즈니스 시스템에 RFID를 도입할 수 있도록 하였다. EAF를 통해 물류 시스템 개발자는 표준 통신 프로토콜을 기반으로 EPCglobal 네트워크의 외부 시스템 및 기업 파트너 간 효율적인 통신 환경을 구축할 수 있다. 또한 EPCglobal 네트워크 및 보안 기술에 관한 많은 사전 지식이 없어도 글로벌하고 안전한 표준 시스템을 구축하고, RFID 도입을 위한 개발 비용을 줄일 수 있었다. 따라서 추상 비즈니스 서비스를 공급망 시스템에 활용함으로써 EPCglobal 네트워크 인프라스트럭처와의 통합을 단순화 시키고, 보다 유용한 EPC 데이터를 활용할 수 있다. 또한 기업들이 보다 적은 비용으로 RFID 데이터의 양과 실시간 속성을 활용하는 응용 프로그램을 개발할 수 있고, RFID 데이터 관리의 복잡성을 감소 시키고, 단순화 시키므로 기업 프로세스 향상 비용을 절감시킬 수 있다.

그러므로 비즈니스에 RFID를 도입하려는 다양한 중소기업에서도 손쉽게 RFID와 비즈니스의 통합 및 응용 프로그램을 개발할 수 있을 것으로 기대된다. 추상 비즈니스 서비스를 통해 새로운 표준 기반의 RFID 비즈니스 처리 환경이 제공되고, 기술 비용이 낮아지며, 부가가치 창출 방법에 대한 새로운 통찰력이 발전될 것이다.

향후 RFID 기술 및 비즈니스의 변화에 따라 보다 범용적인 RFID 애플리케이션 개발을 지원하기 위해서 더 많은 물류 도메인을 통한 EAF 기술 분석 및 연구가 요구되며, 추상 비즈니스 서비스는 실제 현업 비즈니스에 활용하여 그 효율성을 증명하고, 추후 계속적인 비즈니스 확장 및 일반화가 진행되어야 한다.

참 고 문 헌

[1] 한국유통물류진흥원, <http://www.gslkr.org>.

[2] 한국IBM 비즈니스컨설팅서비스, SCM 이노베이션, 한국경제신문, 서울, 2006.

[3] 윤정로, 최장욱 역, 유비쿼터스, 21세기북스, 서울, 2003.

[4] Francois Coalier and Roger Champagne, "A Product Line engineering practices model," *Science of Computer Programming*, Vol. 57, pp. 73-87, 2005.

[5] 김재호 외, "상황인식 서비스 기술 연구 동향," 주간기술동향, 제1178호, 2004.

[6] 남승좌, 박석, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 역할 기반 접근제어에서 발생하는 상황충돌," 정보과학회논문지, 제15권, 제2호, pp. 37-52, 2005.

[7] M. J. Convington, Matthew J.Moyer and Mustaque Ahamad, "Generalized Role-Based Access Control for Securing Future Applications," *National Information Systems Security Conference(NISSC)*, Vol. 23, pp. 115-125, 2000.

[8] M. J. Convington, Prahlad Fogla, Zhiyuan Zhan and Mustaque Ahamad, "A Context-Aware Security Architecture for Emerging Applications," *Annual Computer Security Application Conferences(ACSAC)*, Vol. 18, pp. 249-258, 2002.

[9] 산업자원부, 한국전자거래진흥원, e-Biz 표준화 백서, 산업자원부, 한국전자거래진흥원, 서울, 2004.

[10] 김희철, 홍춘표, "RFID/USN 기술 분석 및 전망," 한국통신학회지, 제21권, 제6호, pp. 39-52, 2004.

[11] EPCglobal, "EPCglobal Certificate Profile," Ratified Specification 1.0, 2006.

[12] EPCglobal, "EPC Information Services (EPCIS) Version 1.0 Specification," EPCglobal Standard Specification, 2006.

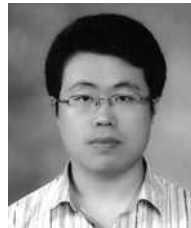
[13] BEA Systems Korea, <http://kr.bea.com/>.

[14] Algorithms and Identifiers for the Internet X.509 Public Key Infrastructure Certificate and Certificate Revocation List (CRL) Profile [RFC2379], Network Working Group, Apr., 2002.



안 규 희

2004년 부산외국어대학교 컴퓨터전자공학부 멀티미디어전공(학사)
 2007년 부경대학교 컴퓨터공학과 컴퓨터보안 및 인공지능 전공(공학석사)
 2007년~현재 성우시스템(주) 정보기술연구소 연구원



양 석 환

1995년 동의과학대학 전자계산과 졸업
 2000년 동서대학교 응용수학과(학사)
 2007년~현재 부경대학교 정보보호학 협동과정(석사과정).
 2005년 일본 NEC SOFT 개발팀
 2000년~2006년 부산경남 신발산업 정보화사업 외 다수의 프로젝트 참여



정 목 동

1981년 경북대학교 컴퓨터공학과 학사
 1983년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학석사
 1990년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학박사
 1984년~1985년 금성반도체(주) 연구소 연구원
 1985년~1996년 부산외국어대학교 컴퓨터공학과 교수
 1999년~2000년 미국 Iowa State University 방문 교수
 1996년~현재 부경대학교 컴퓨터공학과 교수
 관심 분야 : 컴퓨터응용보안, 인공지능, RFID 시스템, 상황인식 컴퓨팅 등