

정책기반 RFID 데이터 관리 이벤트 정의 언어[☆]

A Policy-driven RFID Data Management Event Definition Language

송 지 혜* 김 광 훈**
Ji-Hye Song Kwang-Hoon Kim

요 약

본 논문에서는 기존의 대표적인 RFID 미들웨어 표준인 RFID 응용 인터페이스 표준규격¹⁾으로 적용가능한 정책 기반의 RFID 데이터 관리 이벤트 정의 언어를 제안한다. 즉, RFID 응용인터페이스는 RFID 미들웨어의 핵심 구성요소인 데이터관리 기능, 장치관리 기능, 장치인터페이스 기능, 정보보호관리 기능을 응용 프로그램에게 제공하기 위한 표준인터페이스이며, 본 논문에서 제안하는 언어는 그 중 RFID 미들웨어의 데이터관리 기능, 즉 이벤트관리 기능을 지원하기 위한 추상화된 인터페이스를 제공하는데 그 목적이 있다. 특히, 이벤트 제약조건을 정의하기 위한 정책의 개념은 RF 리더들로부터 읽혀지는 대용량의 태그 데이터를 정제 또는 여과시키기 위한 이벤트 제약조건들을 정의하는 수단으로서 RFID 미들웨어의 기능에 대한 기술적 전문지식이 부족한 응용프로그램 개발자들이 자신의 응용영역을 쉽게 표현할 수 있을 뿐 만 아니라 고수준의 추상화된 인터페이스를 제공할 수 있는 매우 효과적인 수단이라고 할 수 있다. 결과적으로, 본 논문에서는 RFID 응용인터페이스의 상세표준규격으로 제정 될 수 있는 일명 rXPDL, XML기반의 RFID 데이터 관리 이벤트 정책 정의 언어 (rXPDL: XML-based RFID Data Management Event Policy Definition Language)를 정의하며, 이는 곧 정책기반 RFID 데이터 관리 응용인터페이스 정의 언어로서 국내외의 표준규격의 기반이 될 것으로 기대한다. 또한, rXPDL의 상세표준규격들은 유비쿼터스센서네트워크 미들웨어의 데이터 관리를 위한 표준규격으로서의 확장을 기대할 수도 있다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a policy-driven RFID data management event definition language, which is possibly applicable as a partial standard for SSI (Software System Infrastructure) Part 4 (Application Interface, 24791-4) defined by ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 4 (RFID for Item Management). The SSI's RFID application interface part is originally defined for providing a unified interface of the RFID middleware functionality—data management, device management, device interface and security functions. However, the current specifications are too circumstantial to be understood by the application developers who used to lack the professional and technological backgrounds of the RFID middleware functionality. As an impeccable solution, we use the concept of event-constraint policy that is not only representing semantic contents of RFID domains but also providing transparencies with higher level abstractions to RFID applications, and that is able to provide a means of specifying event-constraints for filtering a huge number of raw data caught from the associated RF readers. Conclusively, we try to embody the proposed concept by newly defining an XML-based RFID event policy definition language, which is abbreviated to rXPDL. Additionally, we expect that the specification of rXPDL proposed in the paper becomes a technological basis for the domestic as well as the international standards that are able to be extensively applied to RFID and ubiquitous sensor networks.

☞ keyword : rXPDL, A Policy-driven RFID Data Management(정책 기반의 RFID 데이터 관리), RFID Application Interface(RFID 응용 인터페이스), SSI Part 4 Application Interface 24791-4(SSi Part4 응용 인터페이스 24791-4)

* 준 회 원 : 경기대학교 일반대학원 컴퓨터학과 석사과정
jhsong@kgu.ac.kr

** 종신회원 : 경기대학교 정보과학부 교수
kwang@kgu.ac.kr(교신저자)

[2010/09/29 투고 - 2010/10/13 심사 - 2010/12/27 심사완료]

☆ 이 논문은 한국정보통신기술협회의 정보통신표준기술력향상사업의 일환으로 수행되었음.[정책기반 RFID 응용인터페이스]

이스 표준안 개발 및 표준화 활동(과제번호: 2010-0243)]

1) ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 4 (RFID for Item Management)의 SSI(Software System Infrastructure) Part 4 (Application Interface, 24791-4)

1. 서론

현재의 RFID 기술을 기반으로 하는 응용 프로그램과 서비스들은 다음과 같은 문제점들을 가진다. 첫째, RFID 응용 개발자는 다수의 RFID 장치들이 제공하는 인터페이스들을 개별적으로 파악하고 있어야 한다. 응용 개발자가 임의의 RFID 장치들에 대한 제어 관리 기능을 지원하는 응용을 개발하기 위해서는 각 장치가 제공하는 저수준의 인터페이스들에 대한 기술적 세부내용을 알고 있어야만 한다. 둘째, RFID 응용 개발자는 다양한 태그 데이터에 대한 제어 관리 방법을 파악하고 있어야 한다. 응용 개발자가 임의의 태그에 접근하는 동작을 제어하기 위해서는 해당 태그의 주파수를 감지하고 있는 장치가 제공하는 저수준의 태그 조작 인터페이스를 알고 있어야만 한다. 또한 태그 데이터의 수집, 필터링, 정제 및 리포트 등과 같은 상위 수준의 데이터 처리 방법을 설정하기 위한 표준 규격은 현재로서는 EPCglobal[1-7]에서 제공하는 EPC²⁾ 타입의 태그 데이터에 대한 고수준의 처리를 지원하는 ALE³⁾ 표준 이외에 non-EPC 태그 데이터를 처리하기 위한 표준 규격이 전무한 상태이다. 셋째, 현재의 RFID 응용 시스템 개발은 주로 물류, 유통 서비스를 대상으로 한 수동형 RFID 기술을 중심으로, 특정 분야의 정보를 제한적으로 공유하는 폐쇄형 형태로 구축되고 있기 때문에, 응용 시스템들은 구현하고자 하는 특정 서비스 분야에 특화되어 매년 새롭게 설계 또는 개발되고 있다는 점이다. 이와 같은 문제점들은 다양한 RFID 기술을 기반으로 하고 있는 응용 프로그램 및 서비스를 이용하는 응용 클라이언트와 구성 환경 간에 상호 종속 관계를 형성하고, 응용 서비스 개발 및 이용에 소요되는 시간의 낭비와 구현 비용의 비효율을 초래하게 된다. 앞서 기술한 문제점들을 해결하기 위하여 본 연구팀은 다수의 이기종 RFID 미들웨어 및 데이

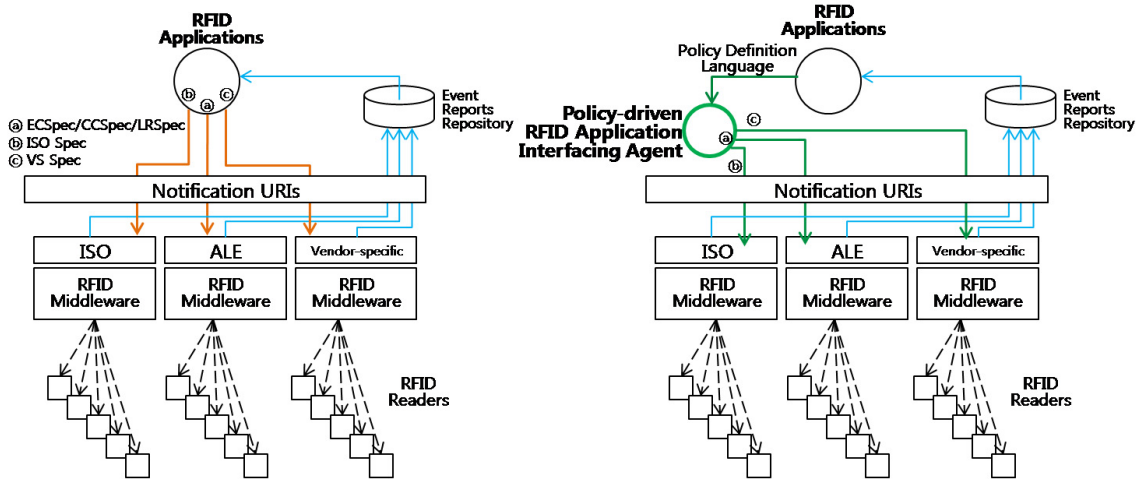
터 처리 방법들에 독립적이며, RFID 서비스를 이용하는 일반 사용자, 상태 모니터링 및 관리 기능을 수행하고자 하는 관리자, 응용 개발자, 응용 애플리케이션 등과 같은 다양한 응용 클라이언트에게 일원화된 고수준의 응용인터페이스를 제공할 수 있는 정책기반 RFID 응용인터페이스 프레임워크를 고안하였으며, 이를 기반으로 하는 정책기반 RFID 이벤트 관리 시스템을 설계 및 구현하는 연구과제를 수행 중에 있다. 특히, 정책기반 RFID 응용인터페이스 프레임워크의 핵심 구성요소로서 규칙이론 기반의 정책이라는 개념을 바탕으로 추상화된 고수준의 언어를 지원하기 위한 일명 "정책기반 RFID 응용인터페이스 정의 언어"는 국제표준기구 ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 44에서 정의한 SSI⁵⁾의 데이터관리, 장치관리, 장치인터페이스, 정보보호 기능들[8-14]을 일괄적으로 정의할 수 있는 단일화 된 인터페이스를 제공하는데 그 구현목표를 두고 있다.

본 논문에서는 정책기반 RFID 응용인터페이스 정의 언어의 핵심 부분으로서 RFID 데이터 관리 기능을 정의할 수 있는 XML기반의 RFID 데이터 관리 이벤트 정책 정의 언어를 제안하고, 이를 rXPDL⁶⁾라고 명명하였다. 이 제안된 언어는 최종적으로 해당 국제표준기구에서 진행 중인 SSI의 Part 4 응용인터페이스에 적용가능한 표준규격으로 확장시킴으로서 국내 및 국제표준화 규격 개발의 기반이 될 것으로 기대한다.

본 논문의 구성은 다음 장에서 연구의 동기와 개념적 구현 범위를 기술하며, 3장에서는 RFID 응용인터페이스 프레임워크의 설계원칙과 이를 만족하는 정책기반 RFID 응용인터페이스 프레임워크의 개념적 아키텍처를 제시하며, 4장에서는 본 논문의 핵심으로서 앞서 정의한 프레임워크의 구성요소인 RFID 데이터 관리 이벤트 정의 언어와 그의 메타모델을 제안하고, 그의 활용 예를 기

2) Electronic Product Code
3) Application Level Events

4) RFID for Item Management
5) System Software Infrastructure
6) XML-based RFID Event Management Policy Definition Language



(그림 1) 제안 동기와 연구의 범위

술한다. 마지막으로 본 논문의 연구범위에 관련하여 수행되어 온 기존의 연구결과에 대한 조사내용과 본 연구 결과와의 차이점을 기술한다.

2. 연구 동기 및 범위

본 논문에서 제안하고자 하는 RFID 응용인터페이스를 위한 정책기반 RFID 데이터 관리 이벤트 정의 언어의 근본적인 제안 동기는 그림 1에서 나타난 바와 같이, RFID 응용클라이언트와 RFID 실행 미들웨어간에 응용개발자 중심의 추상화된 응용인터페이스를 제공하는데 있다. 즉, RFID 실행 미들웨어의 핵심 기능은 RFID 리더 장치들로부터 인식되는 대량의 태그 정보들에 대한 정제조건을 응용클라이언트로부터 입력받아 그에 따라 정제된 태그 정보를 응용클라이언트에 보고하는 이벤트 관리기능이며, 본 논문에서는 이러한 RFID 이벤트 관리 기능을 제공하는 새로운 프레임워크를 기반으로 XML기반의 RFID 데이터 관리 이벤트 정책 정의 언어를 제시하는 것이 곧 본 논문의 최종목표이다. (여기서, 정제조건에 대한 표준규격을 ECspec⁷⁾이라고 하며, 이의 실행결과

에 따른 태깅정보를 응용클라이언트에 보고하는 포맷에 대한 표준규격을 이벤트 리포트(Event Report)라고 정의한다.)

그림 1의 왼쪽에 나타난 전형적인 RFID 이벤트 관리 프레임워크에서는 이벤트 관리를 위한 정제조건 설정시에 해당 RFID 실행 미들웨어에서 제공하는 응용인터페이스를 활용하기 위해서는 해당 표준규격에 대한 상당한 수준의 전문지식을 확보하고 있어야 할 뿐 만 아니라 기존의 프레임워크들 즉 그림에서 나타난 EPCglobal ALE, ISO/IEC 24791-2 및 기타 특정 밴더 전용 프레임워크에 맞는 이벤트 관리 기능을 별도로 습득해야 하는 비효율성이 존재하게 된다. 결과적으로, 이에 대한 해결방안으로는 그림 1의 오른쪽에서 나타난 바와 같이 RFID 응용클라이언트들에게는 단일화되고 사용자 중심의 고수준의 추상화된 인터페이스를 제공할 뿐 만 아니라, RFID 실행 미들웨어의 상세표준규격과 기존의 RFID 이벤트 관리 프레임워크에 대한 투명성을 제공해 줄 수 있는 해결방안을 모색하는 것이 바람직하다.

따라서, 본 논문의 연구 범위는 그림 1의 오른쪽 부분에서 제안한 정책기반 정책기반 RFID 응

7) ECspec은 대표적인 표준기구인 EPCglobal의 용어이며, Event

Cycle Specification의 약자이다.

용인터페이스 에이전트⁸⁾ (정책기반 RFID 응용인
터페이스 프레임워크)의 핵심 구성요소로서 이벤
트 정책이라는 개념을 바탕으로 고안된 XML기반
의 RFID 데이터 관리 이벤트 정책 정의 언어를
제안하는데 있다. 특히, 이 프레임워크를 기반으
로 하는 RFID 데이터 관리 이벤트 정책 정의 언
어의 표준화 규격개발을 추진하므로써 국내의 표
준화 활동을 위한 기술적 표준구조를 설계할 수
있을 뿐 만 아니라 국제 표준규격, 즉 ISO/IEC
JTC1 SC31에서 진행 중인 SSI⁹⁾ 플랫폼을 위한
ISO/IEC 24791의 Part 4 응용인터페이스의 기술적
표준구조로 적용될 수 있음을 보여주고자 한다.

3. 정책기반 RFID 응용인터페이스 프레 임워크

여기서는 이전에 제시한 연구의 동기와 범위를
고려하여 기존의 RFID 이벤트 관리 프레임워크들
이 제공하는 응용인터페이스가 갖는 문제점들을
분석하고, 이에 대한 개선 방안으로 제안된 정책
기반 RFID 응용인터페이스 프레임워크의 개념적
아키텍처를 제시하고, 그의 핵심 구성요소인
RFID 데이터 관리 이벤트 정책 정의 언어의 상세
설계 및 그의 활용 예를 기술한다.

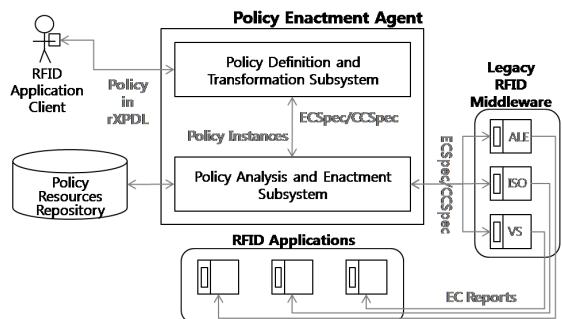
3.1 RFID 응용인터페이스의 설계 원칙

기존의 전통적인 RFID 이벤트 관리 프레임워
크들, 즉 EPCglobal ALE, ISO/IEC 24791-2 및 기타
규격들의 응용인터페이스들이 갖는 문제점들을
유용성, 투명성, 효과성 그리고 유연성 측면으로
나누어 분석함으로써 본 논문에서 제안하는 새로
운 RFID 응용인터페이스 프레임워크에 대한 기본
적인 설계 원칙을 정의하고자 한다. 첫째, 유용성
(Usability) 측면에서의 이슈는 RFID 이벤트관리
규격 명세 정의 복잡도와 관련된다. 현재 대부분

의 RFID 이벤트 관리 규격 명세 정의 도구들은
기술적 이해도가 높지 않은 관리자들이 단순하며
편리하게 이용할 수 있는 정의 인터페이스를 제
공해주지 못하고 있다. 따라서, RFID 이벤트 관리
규격 명세 정의에 관한 유용성을 제공하기 위해
서는 일반적인 사용자들이 쉽게 이용할 수 있는
직관적인 인터페이스를 제공해줄 수 있어야 한다.

둘째, 투명성(Transparency) 측면에서의 이슈는
현재 이용되고 있는 다양한 RFID 이벤트 관리 규
격들 간의 이질성과 관련된다. 현재의 RFID 이벤
트 처리 시스템 관리자들은 각 관리 시스템의 기
반 규격들에 종속적인 RFID 이벤트 관리 규격 명
세 정의 및 배치를 수행하고 있다. 즉, 현재의
RFID 이벤트 처리 시스템을 관리하는 사용자들은
각 관리 시스템들이 따르는 규격들에 대하여 개
별적으로 이해하고 다룰 수 있어야 한다. 따라서
RFID 이벤트 관리를 위한 투명성을 보장하기 위
해서는 RFID 시스템 관리자들에게 다양한 RFID
이벤트 관리 규격들에 독립적인 명세 정의 및 배
치 수행을 지원하는 단일 인터페이스를 제공할
수 있어야 한다.

셋째, 효과성(Effectiveness) 측면에서의 이슈는
사용자의 빈번한 개입이 요구되는 수동적 형태
의 기존 RFID 이벤트 관리 방법과 관련된다. 현재
의 RFID 이벤트 처리 시스템 관리자들은 특정 상
황적 조건을 만족하는 RFID 이벤트를 위해 요
구되는 다수의 행위들에 개입해야 한다. 즉, 현재
의 RFID 이벤트 처리 시스템들은 관리자들로 하



(그림 2) 정책기반 RFID 응용인터페이스 프레임워크

8) Policy-driven RFID Application Interfacing Agent

9) System Software Infrastructure

여금 RFID 이벤트 관리 규격 명세에 관한 정의 뿐 만 아니라 등록, 배치/재배치, 모니터링 등의 여러 제어 관리에 수동적으로 개입하도록 함에 따라, 도메인 내에서의 다양한 상황 및 규제 등의 변경에 관한 빠른 대처를 반영하기 어려우며, 그에 따른 예외 발생에 대해 관리자가 책임을 져야 하는 부담이 커진다. 따라서 현재의 RFID 이벤트 관리 방법에 비해 관리자의 개입을 최소화함과 동시에 보다 효율적인 이벤트 관리를 제공하도록 지원할 수 있는 자동화 관리 메커니즘의 적용이 요구된다.

넷째, 유연성(Flexibility) 측면에서의 이슈는 RFID 이벤트 관리 범위와 관련된다. 현재의 RFID 이벤트 처리 시스템들은 타 RFID 시스템들과의 상호운용을 고려하지 않고 있는 기존의 폐쇄적 시스템 환경과 관련된다. 따라서 도메인 내 다수의 동종 및 이기종 RFID 이벤트 처리 시스템들 또는 타 도메인 간 RFID 이벤트 처리 시스템들 간 동일한 RFID 이벤트 관리 방법이 기술된 명세를 배포 및 확장하기 어렵다는 한계를 가진다. 따라서 다수의 이기종 RFID 이벤트 처리 시스템들에게 RFID 이벤트 관리 규격 및 도메인 등에 대한 의식 없이 RFID 이벤트 관리 규격 명세를 배포할 수 있어야 한다.

이상과 같이 기존의 RFID 이벤트 관리 프레임워크들이 제공하는 응용인터페이스가 갖은 유용성, 투명성, 효과성, 유연성 측면의 문제점들을 개선시킴과 동시에 기본적인 설계원칙들을 만족시킬 수 있는 RFID 데이터 관리 이벤트 정책 정의 언어를 제시하는 것이 본 논문의 주요목표이다.

3.2 정책기반 RFID 응용인터페이스 프레임워크

본 연구의 주요 동기와 앞서 기술한 RFID 응용 인터페이스의 설계원칙을 만족시킬 수 있는 최적의 해결방안으로서, 정책(Policy) 개념[30-32]을 적용한 RFID 응용인터페이스 프레임워크를 제안하며, 이의 구현 아키텍처로서 정책기반 RFID 응용 인터페이스 프레임워크를 그림 2와 같이 정의한

다. 특히, 제안된 프레임워크는 다음 장에서 기술할 RFID 데이터 관리 이벤트 정책 정의 언어의 기술적 기반이 된다.

3.2.1 제안된 프레임워크의 구성요소 및 동작원리

그림 2에서 설명된 바와 같이, 정책기반 RFID 응용인터페이스 프레임워크는 본 논문의 핵심 연구내용인 RFID 이벤트 관리 정책을 정의하기 위한 RFID 이벤트 정책 정의 언어¹⁰⁾와 정책정의/변환기능과 정책분석/실행 기능을 수행하는 정책실행에이전트¹¹⁾ 그리고 정책자원저장소¹²⁾로 구성된다. 결과적으로, RFID 이벤트 정책 정의 언어로 표현된 RFID 이벤트관리정책은 정책실행에이전트에 의해 기존의 RFID 미들웨어¹³⁾에서 제공하는 이벤트 관리 명세(ESpec)로 번역되어 해당 미들웨어로 전달되고, 최종적으로 비즈니스 응용프로그램들은 기존의 RFID 이벤트관리 프레임워크(RFID 미들웨어)에서 이벤트 관리 정책에 따라 정제된 태그 데이터인 이벤트 리포트를 전달받아 해당 비즈니스 로직을 수행하게 된다.

정책실행에이전트에 의해 기존의 RFID 미들웨어 기반의 응용인터페이스 명세로 변환된 이벤트 관리 정책은 일반적으로 다음과 같은 절차를 통해 이루어지고 있다. 우선적으로 RFID 이벤트 관리자는 사용자들이 요구하는 서비스를 제공하기 위한 비즈니스 응용프로그램으로의 의미 있는 태그 데이터 전달을 위하여, 특정 상황 및 정제 가공 조건들이 기록된 정책기반 RFID 이벤트 관리 규격 명세를 정의하면, 정책실행에이전트에 의해 기존의 RFID 미들웨어에서 제공하는 이벤트관리 규격명세로 변환된 후, 도메인 내 관리 대상 RFID 이벤트 처리 미들웨어들에게 해당 규격 명세를 등록한다. RFID 이벤트 처리 미들웨어는 관리자가 배치한 RFID 이벤트 관리 규격 명세에 정의된

10) rXPDL : RFID Event Policy Definition Language

11) Policy Enactment Agent

12) Policy Resources Repository

13) Legacy RFID Middleware

내용에 의거하여 다수의 RF 리더들로부터 발생되는 로우 이벤트들에 대한 수집, 정제 및 가공을 통해 트리거 목적지인 이벤트 캡처 응용으로 전송한다. 비즈니스 응용프로그램은 이벤트 캡처 응용으로부터 전달된 태그 데이터를 이용하여 사용자들에게 제공하기 위한 비즈니스 로직을 수행한다.

이와 같은 RFID 응용인터페이스 제공을 위해 현재 이용되고 있는 기존의 RFID 이벤트 관리 규격들은 EPCglobal의 사실 표준과 ISO/IEC의 국제 표준 및 기타 밴더 특정적인 비표준적 규격들이 존재한다. RFID 밴더들은 EPCglobal에서 제안하고 있는 ALE 1.0[4], ALE 1.1[5-7] 또는 ISO/IEC JTC1 SC31에서 제안하고 있는 ISO/IEC 24791 Part 2 - Data Management[11-14] 규격 및 기타 비표준 규격들 중 임의의 규격을 선택하여 RFID 이벤트 정제 가공 및 그에 상응하는 비즈니스 로직과의 연동 방법을 구현 및 배포하고 있다. 결과적으로, 정책기반 RFID 응용인터페이스 프레임워크는 본문에서 제안한 RFID 이벤트 정책 정의 언리로 표현된 이벤트관리정책을 기존의 대표적인 RFID 이벤트관리 표준규격인 EPCglobal의 ALE와 ISO/IEC 27791-2 규격으로 변환시키는 알고리즘을 구현해야 할 뿐 만 아니라 그 밖의 밴더들에 의해 제공되는 응용인터페이스 규격까지도 지원할 수 있도록 확장되어야 한다.

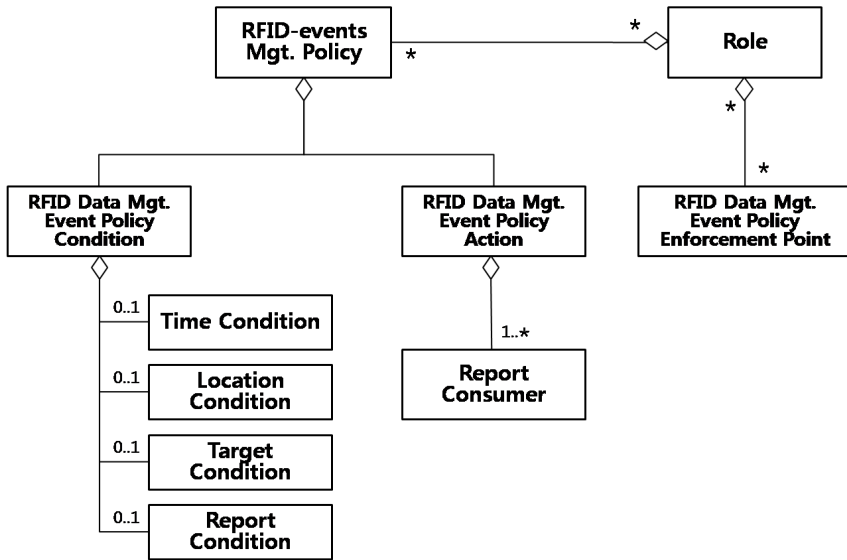
3.2.2 RFID 이벤트관리정책의 정의

RFID 이벤트관리정책 정의는 특정한 상황적 조건을 만족하여 정제된 RFID 이벤트가 발생하는 경우 이에 대응하여 실행되는 하나 이상의 단위 행위(Action)들을 기술하도록 하는 규칙 명세이다. RFID 이벤트관리 정책정의는 기본적으로 정책 조건(Policy Condition)과 해당 조건을 만족하는 경우에 실행되는 정책 행위(Policy Action)의 쌍으로 구성된다. RFID 이벤트 관리 정책 정의에서의 정책 조건은 RFID 네트워크 환경에서 적용될 세부 조건들을 포함하며, 여기에는 로우 이벤트들의 유효 수집 기간 및 이벤트 주기를 기술하는 시제 조건,

로우 이벤트들에 대한 논리적인 수집 가능 또는 배제 영역들을 지정하도록 지원하는 영역 조건, 이벤트 정제 가공의 수집 대상 또는 배제 대상이 되는 특정 로우 이벤트들의 태그 패턴 또는 코드 값을 설정하는 대상 조건 및 비즈니스 응용에서 사용하기 위한 정제된 결과 리포트를 구성하는데 이용되는 리포트 조건 등이 있다.

RFID 이벤트 관리 정책 정의에서의 정책 행위는 정책 조건에 기술된 특정한 상황 조건들을 만족할 때 실행되어야 하는 응용 서비스에 대한 관련 정보가 정의되는 부분이다. RFID 이벤트 관리 정책 정의 사용자는 정책 행위 내에 정책 조건의 세부적인 상황 조건들을 만족하여 정제 가공된 결과 이벤트 리포트를 수신하게 될 트리거 목적지가 되는 중개적 응용프로그램, 결과 이벤트 발생 시 동작할 일반적인 비즈니스 응용프로그램 또는 태그 및 리더 장치들에 대한 제어, 관리 및 모니터링 등의 기능을 제공하는 장치관리 응용프로그램 등 결과 리포트를 활용하여 다양한 서비스들을 제공할 수 있는 여러 유형의 응용들과 연동할 수 있다.

결과적으로, RFID 이벤트 관리 정책 정의는 기본적으로 룰(Role)이라는 논리 요소와 정책을 실제적으로 처리하는 RFID 이벤트 처리 시스템 간 연관 관계를 가진다. 단위 RFID 이벤트관리정책 정의는 0개 이상의 룰에 속할 수 있다. 이 때, RFID 이벤트관리정책 정의가 어떠한 룰에도 속하지 않을 경우, 해당 정책 정의는 런-타임 시점에 RFID 이벤트관리정책 실행에이전트에 의해 기본 룰(Default role)로 간주되어 처리 가능하다. RFID 이벤트관리정책 실행에이전트는 정책 클라이언트의 요청에 적합한 RFID 이벤트관리정책을 결정하기 위하여, 요청 클라이언트가 전송한 프로파일에 부합하는 룰에 관한 대응 정책들을 정책 저장소로부터 조회한 후 결정된 해당 정책들을 응답 메시지에 포함한다. 이와 같이 빌드-타임 시점에 RFID 이벤트관리정책에 할당된 룰은 런-타임 시에 RFID 이벤트관리정책 실행에이전트가 정책 클



(그림 3) RFID 데이터관리이벤트정책 정의언어의 메타모델

라이언트들의 요청에 부합하는 임의의 정책들을 결정하는데 주요한 판단 요소로 이용된다. RFID 이벤트관리정책 정의 도구에 의해 생성된 최종 결과물인 RFID 이벤트관리정책 정의는 정책정의 언어 스키마 기반의 저장 관리 구조를 가지는 정책 저장소 내에 관리되며, 임의의 정책 클라이언트의 요청에 따른 적정 RFID 이벤트관리정책을 결정해야 하는 시점에 RFID 이벤트관리정책 실행 에이전트에 의해서 사용된다. 또한 RFID 이벤트 관리 정책 조건 또는 정책 행위들은 정책 저장소에 등록되어 추후에 임의의 RFID 이벤트관리정책 정의를 모델링하는데 참조를 통한 재사용이 가능하며, 사용자는 RFID 이벤트관리정책 정의 도구를 이용하여 특정 RFID 이벤트 관리 정책 정의를 업데이트하여 정책 저장소에 재배포할 수 있다.

특히, RFID 이벤트관리정책은 RFID 미들웨어의 핵심 구성기능인 데이터관리 기능, 장치관리 기능, 장치 인터페이스 기능 그리고 정보보호관리 기능 등을 통합적으로 표현할 수 있는 언어로 정의되어야 하는데, 본 논문에서는 이 중 데이터관리 기능을 지원하는 이벤트관리정책을 정의하기

위한 XML기반의 정책정의언어를 제안한 것이다. 결과적으로, 본 논문의 핵심 연구내용은 다음 장에서 기술할 XML기반의 RFID 데이터관리이벤트 정책 정의 언어를 설계하는 것이다.

4. 정책기반 RFID 데이터관리이벤트 정의 언어

앞서 기술한 바와 같이, 본 논문의 핵심 연구내용으로서 정책기반 RFID 응용인터페이스 프레임워크의 이벤트정책 정의언어를 설계하고자 한다. 이벤트정책 정의언어는 기본적으로 정책기반 RFID 응용인터페이스 프레임워크에서 제시한 설계원칙을 만족시킬 뿐 만 아니라 빌드-타임 시점에 사용자로 하여금 다양한 RFID 응용인터페이스 규격들에 독립적인 추상 요소들을 제공함으로써, 보다 쉽고 간편한 RFID 이벤트관리 방법을 기술할 수 있도록 지원한다.

본 논문에서는 데이터관리 기능, 장치관리 기능, 장치인터페이스 기능, 정보보호관리 기능으로 구성되는 RFID 이벤트정책들 중에서 데이터관리 기능을 위한 RFID 이벤트정책의 정의언어에 초점

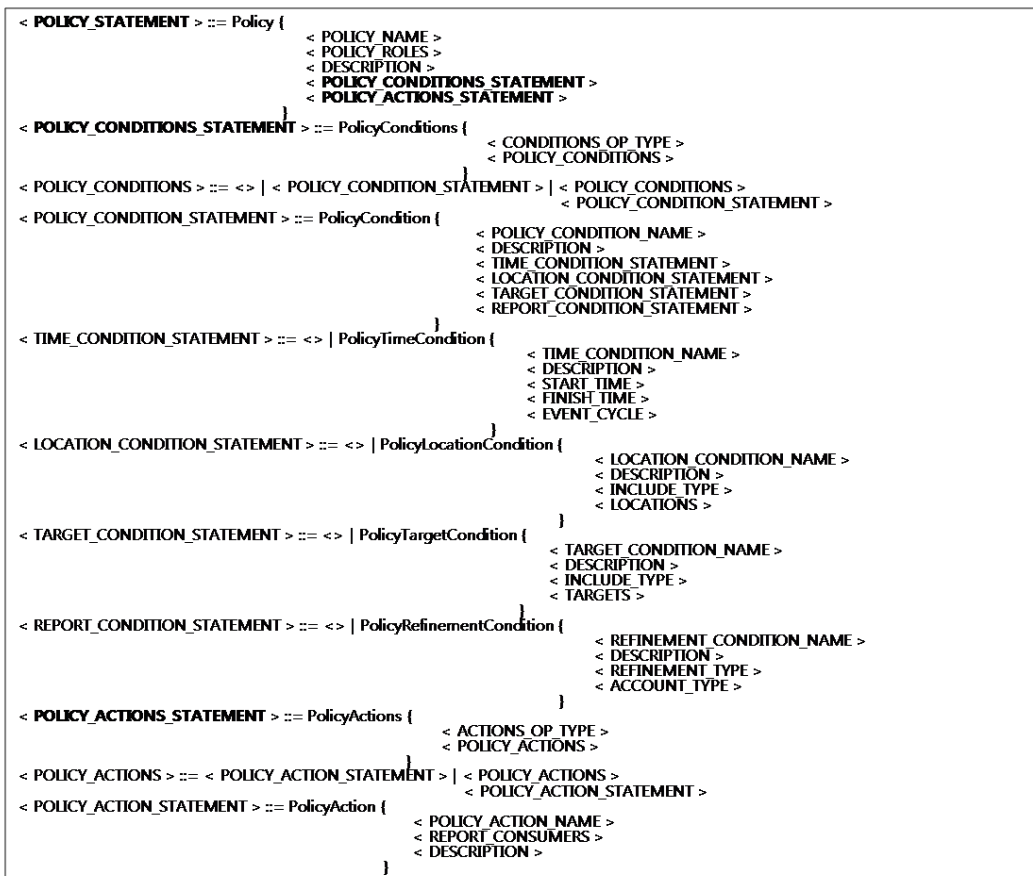
을 두고 있으며, 본 절에서는 이를 위한 메타모델과 그의 스키마 및 활용 예를 중심으로 기술한다.

4.1 RFID 데이터관리이벤트정책 정의언어의 메타모델

RFID 데이터관리이벤트정책 정의는 기본적으로 데이터관리이벤트정책모델을 정의하는데 요구되는 메타모델을 근간으로 구성된다. 즉, 그림 3에 나타낸 바와 같이, RFID 데이터관리이벤트정책 정의언어의 메타모델은 데이터관리이벤트정책 모델을 구성하는 객체타입과 각 객체 타입들 간의 종속 및 연관 관계와 제약 사항들로 구성된다.

즉, RFID 데이터관리이벤트정책 객체타입은 특정한 상황을 만족시킴으로서 발생하는 RFID 이벤트의 정책조건 객체타입과 이에 대응하여 실행되어질 행위들을 표현하는 정책행위 객체타입으로 구성된다.

단위 RFID 데이터관리이벤트정책 객체타입은 기본적으로 0개 이상 다수의 RFID 데이터관리이벤트정책조건 객체타입과 1개 이상의 RFID 데이터관리이벤트정책행위 객체타입들을 포함한다. 즉, RFID 데이터관리이벤트 정책 객체타입은 사용자의 선택에 따라 RFID 데이터관리 이벤트정책 조건 객체타입을 포함하지 않을 수 있으나, RFID 데이터관리이벤트정책행위 객체타입은 반드시 포



(그림 4) RFID 데이터관리이벤트정책 정의언어의 문법

함해야 함을 나타내고 있다. RFID 데이터관리이벤트정책조건 객체타입은 규칙 실행을 연관 관계에 있는 데이터관리이벤트정책행위 객체타입들을 실행시키기 위해 필요한 정제 결과 리포트를 획득하는데 요구되는 하위의 상세조건 객체타입들을 포함하며, 각 하위 상세조건 객체타입들은 RFID 데이터관리이벤트정책 정의 시에 포함되거나 포함되지 않을 수 있다. 만약 RFID 데이터관리이벤트정책조건 객체타입 소속의 하위 상세조건 객체타입들에 관한 설정이 포함되지 않은 RFID 데이터관리이벤트정책 정의가 배포되어야 한다면, RFID 데이터관리이벤트정책 실행엔진은 해당 정책에 관한 임의의 구현 특정한 메커니즘을 통해 기본적인 설정 값들을 포함시킨 RFID 이벤트 관리 규격 명세를 생성해낼 수 있어야 한다.

RFID 데이터관리이벤트정책조건 객체타입에 포함시킬 수 있는 하위 상세조건 객체타입들에 관한 설명은 다음과 같다. 첫째, 시제 조건(Time Condition) 객체타입은 임의의 다수 RF 리더들로부터 발생하는 로우 이벤트들에 대한 수집 가능 시간에 대한 범위 및 설정된 범위 내 이벤트 수집 간격 등을 설정하는데 이용되는 객체타입이다. 둘째, 영역 조건(Location Condition) 객체타입은 로우 이벤트들의 수집이 가능한 논리 영역 또는 로우 이벤트들의 수집을 명시적으로 배제하고자 하는 논리 영역들을 지정하는데 이용되는 객체타입이다. RFID 이벤트관리정책 정의 사용자는 관리자에 의해 사전 정의된 여러 RF 리더들의 물리 배치 영역을 대표하는 논리 영역 값을 참조하여 영역 조건을 기술하는 것이 가능하다. 셋째, 대상 조건(Target Condition) 객체타입은 이벤트 정제 가공의 대상이 되거나 명시적으로 정제 가공의 대상에서 배제하고자 하는 RF 태그에 관한 논리 대상 값들을 지정하는데 이용되는 객체타입이다. RFID 이벤트관리정책 정의 사용자는 관리자에 의해 사전 정의된 논리 대상 값을 참조하여 이에 대응되는 저수준 태그 필드를 쉽게 대상 조건으로 기술하는 것이 가능하다. 넷째, 리포트 조건

(Report Condition) 객체타입은 수집된 로우 이벤트들에 대한 정제 가공 유형을 지정하는데 이용된다.

단위 RFID 데이터관리이벤트정책행위 객체타입은 RFID 데이터관리이벤트정책조건 객체타입의 하위 상세조건들에 기술된 상황들을 만족하는 RFID 이벤트들의 정제결과 리포트 발생 시 실행되어질 하나 이상의 리포트 소비자들을 포함하며, RFID 데이터관리이벤트정책 정의 사용자는 정책행위 객체타입을 통해 정책조건을 통해 생성된 결과 이벤트 리포트를 지정된 행위 트리거 목적지들에게 전송하도록 정의한다. 추가적으로, RFID 데이터관리 이벤트정책 정의언어의 메타-모델은 기본적으로 RFID 데이터관리이벤트정책 자체와 그의 정책조건 및 정책행위들에 대한 재사용을 고려하고 있다. 즉, 임의의 시점에 정책 저장소에 사전 등록된 RFID 데이터관리이벤트정책과 그의 정책조건 또는 정책행위들은 다른 RFID 데이터 관리이벤트정책 정의 시에 재사용 컴포넌트로 활용 가능함을 의미한다.

4.2 RFID 데이터관리이벤트정책 정의언어의 스키마

앞서 제시한 메타모델을 기반으로 RFID 데이터관리이벤트정책을 정의하는데 적용될 정의언어의 문법과 이를 위한 스키마는 그림 4에 나타내었다. 그림에서 나타낸 바와 같이, RFID 데이터관리이벤트정책 정의언어의 문법은 BNF표기법으로 정의하였으며, 본 논문에서는 편리상 기본적인 비단말 노드만을 기술하였다. 그리고 제안된 정책 정의언어의 문법에 대한 XML 스키마 역시 정의되어 있다. 결과적으로, RFID 데이터관리이벤트정책 정의언어의 문법에 따라 정의된 임의의 RFID 데이터관리이벤트정책은 정책정의도구에 의해 XML 스키마를 만족시키는 XML기반의 정책으로 변환되게 된다. 이에 대한 상세내용은 다음 절의 예를 통해 소개하고자 한다.

4.3 정책기반 RFID 응용인터페이스

활용 예

본 절에서는 이상에서 정의한 정책기반 RFID 응용인터페이스 프레임워크를 기반으로 한 가상 시나리오의 RFID 응용프로그램 개발 예를 소개한다. 그 가상의 시나리오에는 세 개의 연구실(LAB1, LAB2, LAB3)로 구성된 어느 한 연구소의 연구시설물 보호관리 서비스를 RFID 기술을 적용하여 개발한다고 가정하는 것이다. 해당 연구소의 연구시설물 관리자는 세 개의 연구실에 위치하고 있는 연구 시설물들에 대한 적당한 보호관리 서비스 정책을 정의해야 한다. 따라서, 해당 담당자는 RFID 데이터관리이벤트 정책 정의도구를 이용하여 해당 정책을 정의하게 되는데, RFID 태그나 장비 또는 미들웨어 등의 구체적인 지식이 없이도 본 논문에서 제안한 RFID 데이터관리이벤트정책 정의언어를 이용하여 용이하게 해당 시설물 보호관리 서비스 정책을 정의할 수 있다. 다음은 제안한 정의언어의 문법에 따른 해당 서비스 정책에 대한 명세를 정의한 것이다.

```

0: Policy {
1:   policyRoles = 'Facility Security Service';
2:   policyName = 'SecurityPolicy';
3:   PolicyConditions {
4:     PolicyCondition {
5:       PolicyConditionName = 'SecurityPolicyCondition';
6:       PolicyTimeCondition {
7:         PTiCName = 'securityPolicyTimeCondition';
8:         eventCycle = '1000'; }
9:       PolicyLocationCondition {
10:        PLCName = 'securityPolicyLocationCondition';
11:        locationSet = { 'LAB1', 'LAB2', 'LAB3' }; }
12:      PolicyTargetCondition {
13:        PTaCName = 'securityPolicyTargetCondition';
14:        includeType = 'INCLUDE';
15:        targetSet = { 'ALL' }; }
16:      PolicyReportCondition {
17:        PRCName = 'securityPolicyReportCondition';
18:        refinementType = 'DELETIONS'; } }

```

```

19: }
20: PolicyActions {
21:   PolicyAction {
22:     policyActionName = 'securityPolicyAction';
23:     reportConsumer = 'ADMINISTRATOR';
24:     actionNotiURI = 'HTTP-RECEIVER-URI';
25:     actionURI = 'http://www.securityServiceSystem.net/
        FSS2009//CheckLaboratory.php?
        id=180\&password=fa9f95'; }
26:   }
27: }

```

위의 RFID 데이터관리이벤트정책 정의언어 기반 시설물보호관리서비스 명세는 결국 RFID 데이터관리이벤트 정책 정의도구에 의해 XML기반의 정책명세로 번역되어 특정 RFID 정책저장소에 등록되어 진다. 그림 5는 본 연구팀이 개발한 RFID 데이터관리이벤트정책 정의도구에 의해 생성된 연구소 시설물보호관리서비스 정책의 XML 명세를 화면 캡처한 것이다. 물론, 이 XML기반의 정책 명세는 정책기반 RFID 응용인터페이스 프레임워크상의 정책실행엔진에 의해 분석되고, 해당 RFID 미들웨어의 응용인터페이스 규격의 명세로 변환된 후에, 정책교환프로토콜의 메시지로 포맷되어 정책시행부에 전달되고, 최종적으로 해당 정책클라이언트 즉, 해당 미들웨어의 서비스 명세로 등록되게 된다.

본 논문에서는 정책기반 RFID 응용인터페이스 활용 예를 정책의 빌드타임 부분, 즉 RFID 데이터관리이벤트정책 정의언어 문법과 그의 XML 스키마를 중심으로 상세히 소개하였다. 그렇지만, 정책의 런타임 부분, 즉 정책실행엔진의 세부 아키텍처, 정책교환프로토콜, 정책시행부 및 정책클라이언트 등의 상호동작과정과 관련 메시지 포맷에 대해서는 페이지제한과 논문의 범위를 벗어난 내용 등의 이유로 구체적으로 기술하지 않았다. 특히, 본 논문의 핵심내용은 RFID 데이터관리이벤트정책 정의언어의 제안에 있다. RFID 이벤트 관리 시스템의 예로 연구소 시설물보호관리서비스에 대해 XML로 명세를 함으로써 RFID 데이터 관

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <Policy xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:noNamespaceSchemaLocation="rspdl_v01.xsd" PolicyName="SecurityPolicy">
  - <PolicyRoles>
    <PolicyRole PolicyRoleName="facilitySecurity" />
  </PolicyRoles>
  - <PolicyConditions>
    - <PolicyCondition PolicyConditionName="SecurityPolicyCondition">
      - <PolicyTimeCondition policyTimeConditionName="SecurityPolicyTimeCondition">
        <EventCycle>1000</EventCycle>
      </PolicyTimeCondition>
      - <PolicyLocationCondition
        policyLocationConditionName="SecurityPolicyLocationCondition"
        IncludeExcludeType="1">
        - <PolicyLocationSet>
          <PolicyLocation PolicyLocationName="LAB1" />
          <PolicyLocation PolicyLocationName="LAB2" />
          <PolicyLocation PolicyLocationName="LAB3" />
        </PolicyLocationSet>
      </PolicyLocationCondition>
      - <PolicyTargetCondition policyTargetConditionName="SecurityPolicyTargetCondition"
        IncludeExcludeType="1">
        - <PolicyTargetSet>
          - <PolicyTarget PolicyTargetType="1">
            <PolicyTargetValue>*</PolicyTargetValue>
          </PolicyTarget>
        </PolicyTargetSet>
      </PolicyTargetCondition>
      <PolicyReportCondition policyReportConditionName="SecurityPolicyReportCondition"
        RefinementType="3" />
    </PolicyCondition>
  </PolicyConditions>
  - <PolicyActions>
    - <PolicyAction PolicyActionName="SecurityPolicyAction">
      - <ReportConsumers>
        - <ReportConsumer>

```

(그림 8) 연구소 시설물보호관리서비스 정책에 대한 XML 명세

리이벤트정책 정의언어의 실현가능성을 증명하는데 초점을 두었다. 또한 에 본 RFID 데이터관리이벤트 정의언어는 여러 표준 인터페이스 규격 및 벤더 특정한 인터페이스 규격에서 가장 필수적 부분인 시제조건, 영역조건, 대상조건, 리포트조건을 메타모델에서 구성하고 있기 때문에 매핑 변환에 어려움이 없다.

5. 관련연구

다수의 태그리더에서 발생하는 로우 이벤트들에 대한 효율적인 이벤트 관리 방법을 제공하고 자 하는 RFID 이벤트관리 프레임워크에 관한 연구는 최근까지 지속적으로 진행되어오고 있다. 여러 관련 연구들 가운데 본 논문과 밀접한 관련을

가진 RFID 이벤트관리 프레임워크에 관한 기존 연구들은 다음과 같이 정리해볼 수 있다.

Xu[16]는 임의의 RF 리더들로부터 수집되는 대량의 로우 데이터들에 대한 분석 엔진과 분석 엔진을 통해 생성된 비즈니스 규칙을 수행하는 수행 엔진으로 구성된 RFID 이벤트 관리 프레임워크를 제안하였다. 분석 엔진은 RF 리더들로부터 수집되는 대량의 로우 데이터들을 맨체스터 알고리즘을 적용하여 이벤트의 변화에 따른 코드 값을 부여한 후, 기록된 코드 리스트의 분석을 통해 특정 이벤트 유형을 도출해낸다. 분석 엔진은 이벤트 유형에 따라 특정 비즈니스 규칙을 생성해 낸 후 수행 엔진을 통해 실제 비즈니스 로직을 구동한다. 이 논문에서의 시스템을 이용하는 클라이언트는 비즈니스 규칙의 정의를 위하여, 분석 엔

진의 구성 모듈들이 지원하는 각각의 스키마를 상세히 이해해야 한다. 또한, 비즈니스 규칙을 정의하는 클라이언트는 해당 규칙 조건을 만족하는 경우의 비즈니스 로직 수행에 필요한 상세 정보들을 세부적으로 정의해야 하는 책임을 가진다. 따라서 관련된 기술들에 익숙하지 않은 클라이언트가 이용하기에 적합하지 않다는 한계를 가진다.

Moon[17]은 XML 기반의 상황 이벤트 명세 언어(CEL: Contextual Event Language)를 이용하여 특정 RFID 이벤트를 수집하기 위해 필요한 CESpec 정의 및 CESpec 내에 정의된 상황에 따라 정제된 이벤트에 대응하는 관련 비즈니스 규칙을 검색하여 실제 응용 정보 시스템과 연동하도록 지원하는 RFID 상황 이벤트 처리 프레임워크를 제안하고 있다. 그러나, 이 논문에서 제안하고 있는 CESpec을 정의하기 위해서는 ALE, ONS, EPCIS 및 비즈니스 로직 관련 정보 등과 같은 세부적인 내용들을 사전 습득하고 있어야만 가능함으로 인해 정의 복잡도가 높다는 문제를 가진다.

Wang[18]은 전형적인 유효 RFID 이벤트 획득을 위한 ECA 명세 방법에 시간 제약 속성을 추가함으로써, 보다 복잡한 이벤트 검출을 가능하도록 지원하는 방법을 제안하였다. 본 논문에서 RFID 이벤트 관리자는 이벤트 주기 사이의 시간 간격, 감지 유효 영역 및 유효 대상 태그 정보를 포함한 명세를 이벤트 처리 엔진에 등록한다. 이벤트 처리 엔진은 관리자가 배치시킨 명세에 의거하여 임의의 두 이벤트 주기 사이에 시간 간격 내에서 수집되는 로우 데이터들을 응용 이벤트 획득 대상에서 제외시킨다. 이벤트 처리 엔진은 시간 간격에 포함되지 않는 유효 시간 내에 수집되는 이벤트에 대해서는 중복 제거 처리를 한 후, 해당 RFID 이벤트에 대응하는 규칙 구문을 분석하여 비즈니스 로직을 수행한다. 그러나 이 연구에서 해당 시스템을 이용하는 클라이언트들은 시간 제약을 만족하는 특정 RFID 이벤트를 획득하고자 하는 경우에 이벤트 처리 엔진을 구성하는 하부 인프라에 관한 지식을 세부적으로 파악하고

있어야 하는 부담을 가진다.

Kim[19]은 RFID 응용 프로그램 개발자들이 사용자가 요구하는 서비스를 제공하기 위해 필요로 하는 ONS, EPCIS 및 응용 정보 시스템과의 다양한 통신 방법들에 대한 지식 습득의 부담을 최소화하도록 지원하는 프레임워크를 제안하였다. 이 논문에서 RFID 서비스 관리자는 BESpec 스키마를 통해 비즈니스 규칙에 대한 정의와 해당 규칙과 연계되는 ECSpec에 대한 참조 정보들을 명세한다. Biz-Event 수행 엔진은 관리자에 의해 배치된 BESpec의 내용에 따라 RFID 이벤트들을 정제된 결과인 ECRReport를 분석한다. Biz-Event 수행 엔진은 ECRReport에 대한 분석 결과가 비즈니스 규칙을 만족하는 경우, 그에 대한 비즈니스 로직을 수행 가능하도록 BERReport를 생성하여 이를 이해하는 응용 정보 시스템을 호출 구동함으로써 사용자에게 서비스를 제공한다. 이 논문에서의 클라이언트는 BESpec을 정의하기 위해 ALE 규격이 제공하는 ECSpec을 어느 정도 이해하고 사용할 수 있어야 한다. 따라서 EPCglobal의 ALE에 관한 기술적 이해가 부족한 클라이언트가 BESpec을 쉽게 정의하는 것이 어렵다. 또한, RFID 응용 개발자는 특정 이벤트에 대응하는 서비스를 제공하기 위해 Biz-Event 수행 엔진이 전송하는 BERReport의 구조 및 활용 방법을 상세히 이해해야 한다.

기존 연구들이 가진 공통적인 한계는 각 연구들이 제시하고 있는 새로운 이벤트 관리 규격 명세들의 복잡도가 높다는 점이다. 즉, 기존 연구들은 EPCglobal 네트워크 환경에 종속적인 도메인에서 사전에 정의 등록되어 있는 ECSpec과 제안 명세들과의 맵핑을 제공하는 과정에서 사용자들이 ECSpec의 복잡한 요소들을 어느 정도 이해하고 다룰 수 있어야 한다는 부담을 여전히 남기고 있다. 또한, 사용자가 원하는 상황적 조건을 가진 ECSpec을 질의하여 확인한 후 목적에 부합하는 규격 명세를 제안 명세 언어를 이용해 수동적으로 맵핑해야 하는 과정을 반드시 거쳐야 하기 때문에, 그에 소요되는 시간적 낭비가 적지 않다는

문제를 가진다. 이러한 문제점들을 개선하기 위하여, 본 논문에서는 벤더 특정한 인터페이스 규격들을 따르는 이기종 RFID 장치 및 미들웨어들의 일관적인 제어 관리를 위해 단일의 이벤트관리 인터페이스 규격을 제공하는 정책기반 RFID 응용인터페이스 프레임워크와 이를 기반으로 하는 XML기반의 RFID 데이터관리이벤트정책 정의언어를 제안하였다.

6. 결론

본 논문에서는 정책기반 RFID 응용인터페이스 프레임워크와 이를 위한 데이터관리이벤트정책 정의언어를 제안하였다. 특히, 제안된 프레임워크를 구성하는 주요 구성 요소들의 역할을 기술하였으며, 그 중 핵심 구성요소인 RFID 데이터관리 이벤트정책 정의언어의 메타모델과 그의 XML 스키마를 정의하였다. 마지막으로, 제안된 프레임워크와 데이터관리이벤트정책 정의언어를 기반으로 한 응용프로그램의 예로서 연구소 시설물보호관리서비스 정책에 관한 가상의 시나리오를 통해 실현가능성을 제시하였다.

특히, 현재 RFID 기술의 공식적인 국제표준화 기구인 ISO/IEC JTC1 SC31 WG4에서 진행되고 있는 RFID SSI 플랫폼(표준문서번호: 24791)의 세부표준규격들 중에서 24791-4: Application Interface의 표준규격으로서 본 논문에서 제안한 데이터관리이벤트정책 정의언어를 적용가능하다는 점을 강조하고자 한다. 향후 본 연구를 통해 도출한 RFID 데이터관리이벤트정책 정의언어의 메타-모델과 XML 스키마를 비롯한 정책교환프로토콜 및 정책 실행 및 시행에 관여하는 주요 컴포넌트들을 포함한 정책기반 RFID 응용인터페이스 프레임워크를 다양한 비즈니스 도메인에 시범적으로 적용해 봄으로써, 본 논문에서 제안한 정책기반 RFID 데이터관리이벤트정책 정의 언어의 실현가능성을 검증할 예정이다.

참고 문헌

- [1] EPCglobal. Inc, "Reader Management(RM), Version 1.0.1 Specification", 2007.
- [2] EPCglobal. Inc, "Reader Protocol(RP) Standard, Version 1.1 Specification", 2006.
- [3] EPCglobal. Inc, "Low Level Reader Protocol(LLRP), Version 1.0.1 Specification", 2007.
- [4] EPCglobal. Inc, "The Application Level Events (ALE) Version 1.0 Specification", 2005.
- [5] EPCglobal. Inc, "The Application Level Events (ALE) Version 1.1 Specification - Part 1: Core Specification", 2008.
- [6] EPCglobal. Inc, "The Application Level Events (ALE) Version 1.1 Specification - Part 2: XML and SOAP Bindings", 2008.
- [7] EPCglobal. Inc, "The Application Level Events (ALE) Version 1.1.1 Specification - Part 2: XML and SOAP Bindings", 2009.
- [8] International Organization for Standardization (ISO), "ISO/IEC 15961 - Information Technology - Radio Frequency Identification(RFID) for Item Management - Data Protocol: Application Interface", 2008.
- [9] International Organization for Standardization (ISO), "ISO/IEC 15962 - Information Technology - Radio Frequency Identification(RFID) for Item Management - Data Protocol: Data Encoding Rules and Logical Memory Functions", 2008.
- [10] International Organization for Standardization (ISO), "ISO/IEC CD 24753 - Automatic Identification and Data Capture Techniques - Radio Frequency Identification(RFID) for Item Management - Application Protocol: Encoding and Processing Rules for Sensors and Batteries", 2008.
- [11] International Organization for Standardization (ISO), "ISO/IEC CD 24791-1 Part 1: Architecture", 2008.

- [12] International Organization for Standardization (ISO), "ISO/IEC NP 24791-2 - Automatic Identification and Data Capture Techniques - Radio Frequency Identification(RFID) for Item Management - System Management Protocol - Part 2: Data Management, 2007.
- [13] International Organization for Standardization (ISO), "ISO/IEC NP 24791-3 -- Automatic Identification and Data Capture Techniques - Radio Frequency Identification for Item Management - System Management Protocol - Part 3: Device Management, 2007.
- [14] International Organization for Standardization (ISO), "ISO/IEC NP 24791-4 Part 4: Application interface", 2008.
- [15] S. Wamba, L. A. Lefebvre, E. Lefebvre, "Enabling intelligent B-to-B e-Commerce supply chain management using RFID and the EPC network: a case study in the retail industry", ACM International Conference Proceeding Series Vol. 156, 2006.
- [16] J. Xu, W. Cheng, W. Liu, W. Xu, "XML Based RFID Event Management Framework", The Proceedings of IEEE Region 10th Conference TENCON 2006, Vol. 1, pp.1-4, 2006.
- [17] M. Moon, Y. Kim, K. Yeom, "Contextual Events Framework in RFID System", The Proceedings of 3th International Conference on Information Technology: New Generations, IEEE Computer Society, pp.586-587, 2006.
- [18] F. Wang, S. Liu, R. Liu, Y. Bai, "Bridging Physical and Virtual Worlds: Complex Event Processing for RFID Data Streams", The Proceedings of Advances in Database Technology - EDBT 2006, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3896, pp.588-607, 2006.
- [19] S. Kim, M. Moon, S. Kim, S. Yu, K. Yeom, "RFID Business Aware Framework for Business Process in the EPC Network", The Proceedings of 5th International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications, IEEE Computer Society, pp.468-475, 2007.
- [20] J. Wu, D. Wang, H. Sheng, "ECA Rule-based RFID Data Management", The Proceedings of 1st Annual RFID Eurasia, Vol.1, pp.1-5, 2007.
- [21] J. Rieki, T. Salminen, I. Alakarppa, "Requesting Pervasive Services by Touching RFID Tags", IEEE pervasive Computing, Vol.5, Issue 1, pp.40-46, 2006.
- [22] Prabakar, V., Kumar, B.V., Subrahmanya, S.V., "Management of RFID-centric business networks using Web Services", Proc. of AICT-ICIW' 06, pp.133-133, 2006.
- [23] J. Lee, N. Kim, "Performance Test Tool for RFID Middleware: Parameters, Design, Implementation, and Features", The Proceedings of International Conference on Advanced Communication Technology 2006, vol.1, pp.149-152, 2006.
- [24] Y. Kim, J. Park, T. Cheong, "Study of RFID middleware framework for ubiquitous computing environment", The Proceedings of International Conference on Advanced Communication Technology 2005, Vol.2, pp.825-830, 2005.
- [25] Tao Gu, Hung K.P, Da Q.Z, "A Service-oriented middleware for building context-aware services", Journal of Network and Computer Applications, Vol.28, 2005.
- [26] C. Bornhoevd, T. Lin, S. Haller, and J. Schaper., "Integrating Automatic Data Acquisition with Business Processes - Experiences with SAP's Auto-ID

- Infrastructure", VLDB, pp.1182-1188, 2004.
- [27] Ranganathan, A. and Campbell, R.H, "A Middleware for Context-Aware Agents in Ubiquitous Computing Environments", Lecture Notes in Computer Science, Vol.2672, Springer-Verlag, 2003.
- [28] K. Chan et al., "RFC 3084 - COPS Usage for Policy Provisioning (COPS-PR)", Internet Engineering Task Force(IETF), Network Working Group, 2001.
- [29] D. Durham et al., "RFC 2748 - The COPS (Common Open Policy Service) Protocol", Internet Engineering Task Force(IETF), Network Working Group, 2000.
- [30] R. Yavatkar et al., "RFC 2753 - A Framework for Policy-based Admission Control", Internet Engineering Task Force(IETF), Network Working Group, 2000.
- [31] B. Moore, "RFC 3460 - Policy Core Information Model (PCIM) Extensions", Internet Engineering Task Force(IETF), Network Working Group, 2003.
- [32] B. Moore, "RFC 3060 - Policy Core Information Model - Version 1 Specification", Internet Engineering Task Force(IETF), Network Working Group, 2001.
- [33] J. Gozdecki, A. Jajszczyk, and R. Stankiewicz, "Quality of Service Terminology in IP networks", IEEE Communication Magazine, 2003.
- [34] Yang Dayu, Zou Peng, "Event Driven RFID Reader for Warehouse Management", Proceedings of the Sixth International Conference on Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies (PDCAT'05), IEEE Computer Society. 2005.
- [35] Ygal Bendavid, Samuel Fosso Wamba, Louis A. Lefebvre, "Proof of concept of an RFID-enabled supply chain in a B2B e-commerce environment", ACM International Conference Proceeding Series Vol. 156, ICEC'06, August, pp.14-16, 2006.
- [36] Swartz, J., "Changing retail trends, new technologies, and the supply chain", Technology in Society 22, pp.123-132, 2000.
- [37] Christof Bornhovd, Tao Lin, Stephan Haller, Joachim Schaper, "Integrating Automatic Data Acquisition with Business Processes Experiences with SAP's Auto-ID Infrastructure", Proceedings of the 30th VLDB Conference, Toronto, Canada, 2004.
- [38] Indranil Bose, Raktim Pal, "Auto-ID: managing anything, anywhere, anytime in the supplychain", Communications of the ACM, Vol 48, pp.100-106, 2005.
- [39] J. Rendon, "Wal-Mart Touts RFID Results", 18 Jan, 2005. [40] IDTechEx, "Item Level RFID. Forecasts 2007-2017, Technology, Standards", 2008.
- [41] IDTechEx, "Item Level RFID. Forecasts 2006-2016, Technology, Standards", 2007.
- [42] 오세원, 박주상, 이용준, "RFID SW기술과 표준화 동향", 한국통신학회지제24권제7호, pp.17-25, 2007.
- [43] 최길영, 성낙선, 모희숙, 박찬원, 권성호, "RFID 기술 및 표준화 동향", 전자통신동향분석, 제22권 제3호, 2007.
- [44] 박정현, "RFID 기술 수준과 도입 사례", 전자통신동향분석, 제21권 제3호, 2006.
- [45] 표철식, 채종석, 김창주, "RFID 시스템 기술", 전자파기술, Vol.15, No.2, pp.21-31, 2004.
- [46] 손해원, 모희숙, 성낙선, "UHF RFID 기술", 전자통신동향분석, 제20권 제3호, pp.67-80, 2005.

● 저 자 소개 ●



송 지 혜 (Ji-Hye Song)

2009년 경기대학교 전자계산학과 졸업(학사)

2009년 ~ 2010년 현재 경기대학교 일반대학원 컴퓨터과학과 석사 과정

관심분야 : 워크플로우/비피엠 기술, RFID/USN 미들웨어 기술

E-mail : jhsong@kgu.ac.kr



김 광 훈 (Kwang-Hoon Kim)

1984년 경기대학교 전자계산학과 졸업(학사)

1986년 중앙대학교 대학원 전자계산학과 졸업(석사)

1994년 University of Colorado at Boulder, Computer Science, MS

1998년 University of Colorado at Boulder, Computer Science, Ph. D

1986년 2월 ~ 1991년 8월 한국전자통신연구원

1998년 ~ 현재 경기대학교 정보과학부 교수

관심분야 : 워크플로우/비피엠 기술, RFID/USN 미들웨어 기술, Collaboration Technology

E-mail : kwang@kgu.ac.kr