

WSN과 RFID의 통합: SCM을 위한 아키텍처와 메타모델

구엔 슈엔취이°, 비슈누 쿠마°, 경민기°, 민덕기°
° 건국대학교 컴퓨터·정보통신공학과

Integration of RFID into Wireless Sensor Networks: Architecture and Meta-Model Applied for Supply Chain Management Systems

Nguyen Xuan Quy, Vishnu Kumar, Kyung Mingi, Min Dugki
Department of Computer Science and Engineering
School of Information and Telecommunication, Konkuk University
1 Hwayang-dong, Kwangjin-gu, Seoul, Korea 143-701

E-mail : nguyensexuanquy@gmail.com, vishnu.vishnuelectro1@gmail.com, moonend@gmail.com,
dkmin@konkuk.ac.kr

요 약

지난 몇 년 동안 컴퓨터 네트워크에는 다음과 같은 중요한 일이 발생하였다. 장치 대 장치, 기계 대 기계의 통신이 컴퓨터 네트워크에서 주요한 이슈로 떠오른 것이다. 그 중에 가장 눈에 띄는 주제 중 하나인 WSN에 속한 RFID이다. 이 RFID와 WSN의 통합에 대한 아이디어는 퍼베이시브 컴퓨팅에서 나오게 되었다. RFID와 WSN은 퍼베이시브 컴퓨팅의 주요 요소이고, 이 두 가지 기술은 현실 세계와 가상 세계를 묶어주는 역할을 한다. 하지만 RFID와 WSN은 각각 병렬적으로 개발되고 있으며, 비즈니스 애플리케이션의 통합을 위해서는 자세한 규칙과 방법들이 연구되어야 한다. 본 논문에서는 RFID와 WSN가 통합된 비즈니스 도메인을 위한 시스템 아키텍처 프레임워크 모델링을 제안한다. RFID와 WSN을 동시에 이용해서 SCM을 관리하는 것이다. 이를 위해서 RFID와 WSN, 각각의 기술에 대한 요소를 제안한다. 본 논문에서는 그래픽 모델링 환경(GME)을 이용해서 비즈니스 도메인을 위한 시스템 아키텍처 프레임워크 모델을 만든다.

1. 서론

1990년대 초에, SCM라는 개념이 거래 당사자들의 통합, 정보의 공유, 이익, 그리고 조직간의 협업 사이에서 만들어졌다. 공급 체인 협업은 오늘날 1990년대 중반에 이루어졌으며, 협업의 형태 또한 다양해졌다. 혁신적인 기술로 이점을 얻기 위해 새로운 형식의 정보들이 공유되고, 수동적인 정보의 공유만이 아닌 혁신적인 비즈니스 프로세스로의 접근 등 적극적인 접근 방법 등이 시도되었다. [1,2,3,4,5]

빠르게 움직이는 상품구매자들의 시장에 있는 공급 체인 협업은 주로 VMI, CRP, CPFR과 같은 실행 형태로 표현된다. VMI는 공급자와 소비자간의 신뢰를 기반으로 한 연결관계이다. 그것에 따라 공급자는 소비자의 주요 창고와 분배 센터의 저장 정도에 기초에 두어 소비자 재고 규칙과 배고 관리를 담당하는 책임을 진다. [1,6,7,8]

본 논문에서는 RFID가 무선 센서 네트워크(WSN)에 통합된 통합 아키텍처를 제안한다. 이 아키텍처에 기반해서 네트워크로 연결된 소매 비즈니스 환경에서 RFID가 이용 가능한 공급 체인 협업 서비스(동적인 가격 책정, 스마트 리콜, 상점내 프로모션 관리, 재고 관리 응답)를 제안한다. 이 서비스는 태그의 레벨과 태그 리더의 위치에 따라 소매자와 공급자가 정보를 공유함으로써 높은 레벨에서 특화되었다. 또한 큰 분산 네트워크 아키텍처에서 협업 SCM 프로세스를 지원하기 위한 협업 웹 서비스 오케스트레이션과 데이터 스트림 관리 시스템을 제공한다.

공급 체인 모델링 시스템을 개발하기 위한 특별하게 눈에 띄는 기술은 모델 통합 컴퓨팅(MIC)이다. GME 도구는 MIC 디자인 환경이다. 본 논문에서는 GME 도구를 사용해서 어떤 시스템의 메타모델을 디자인한다. 메타모델에 기초해서, 시스템을 개발하는데 걸리는 시간과 돈의 소모를 줄인다.

본 논문의 나머지 부분은 다음과 같이 구성되어

있다. 2절에서는 RFID와 SCM 시스템 도메인에 대한 현재 관련 연구에 대해서 언급하고 있다.

2. 관련 연구

RFID는 물체를 확인하는데 라디오 파동을 이용하는 포괄적인 기술 개념이다. RFID 기술의 핵심은 RFID 발신기(tag)이다.[9] - 안테나를 가진 작은 컴퓨터 칩이다. 좋은 상태의 태그들은 물류 단위로(파레트, 케이스, 상자 그리고 운반하기 좋게 걸 수 있는 부분)구성 되어있다. 그리고 어떤 경우에는 개별적인 물품으로 되어있다. 물류단위와 개별단위는 EPC(Electronic Product Code)에 의해 구분된다. RFID리더기는 RFID 태그 안에 있는 EPC를 구별하는데 사용된다. 안테나는 마이크로 칩이 객체정보를 리더에게 전송할 수 있게 해준다. 그것은 컴퓨터에 의해 이해될 수 는 포맷으로 변형된다. Sarma의 RFID 기술의 일반적인 개관을 제공하고 있는 Finkenzeller 연구원은 SCM(supply chain management)를 위한 기술을 설명하고 있다. [9,10,11,12]

다양한 분야에서의 RFID적용의 이점은 다음과 같이 찾아볼 수 있다. 먼저, 현존하는 작업 프로세스의 자동화이다. 시간과 비용을 절약하면서 보다 효과적인 동작을 할 것이다. 두 번째로 새로운 또는 비즈니스 프로세스의 변형 그리고 제품 선반에서 모니터링하고, 고객 스스로 계산하는 것과 같은 혁신적인 소비자 서비스가 가능하다. 세 번째로 무결하고, 정확하고, 시간제한 없는 것과 같은 높은 정보품질이다. 그리고 네 번째로 정보의 새로운 타입의 형성으로, 물리적인 환경에 대해 정확하게 표현 할 수 있다. 예를 들어 가게에서의 물건의 정확한 위치라던가 상세한 제품의 판매이력 등이다. [4,13]

연구자들은 SCM에서의 RFID적용의 완벽한 시나리오를 제안하고 있다. 그들의 모델(그림1)은 콜라 캔에 태그를 붙이고, 재활용 때까지의 전체 11단계로 구성된다. 전체적으로 이익을 내기 위해,

그 정보들은 관계와 의사결정의 복잡한 네트워크 안에서의 공급 체인 파트너들 사이에서 공유될 필요가 있다. [14]

이런 견해들 때문에, 제안된 확장 가능한 분산 아키텍처는 WSN과 연관된 공급 체인 프로세스와 소매상들의 의사결정에서의 RFID의 가능성을 제공할 것이고, 소매업과 공급을 하는 사람 모두 RFID를 적용함으로써 이익을 얻을 수 있다.

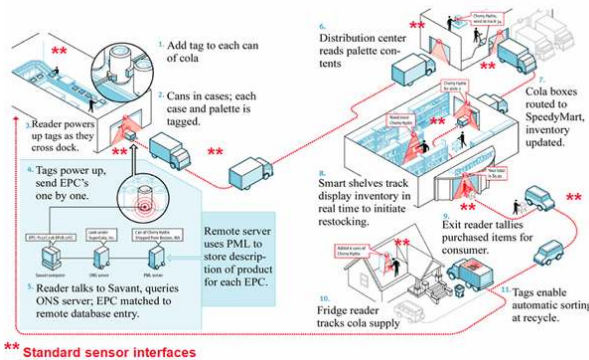


그림 1: SCM 시스템에서 RFID를 받아들이는 시나리오

3. 네트워크로 연결된 비즈니스 환경에서 RFID를 WSN에 통합시킨 공급 사슬 관리 협업 시스템 분산 아키텍처

이 절에서 우리는 RFID를 WSN에 통합시킨 공급 사슬 협업 서비스와 네트워크로 연결된 비즈니스 환경에서의 의사결정을 위한 분산 아키텍처를 제안한다. 통합된 네트워크 기반시설에 포함된 이 아키텍처는 다음과 같은 기술들을 이용한다.

3.1 RFID와 WSN의 통합

태그와 센서 노드의 혼합은 탐지 지역에 배포된다. 스마트 리더 스테이션은 태그와 센서 노드들로부터 정보들을 받아 호스트 컴퓨터나 원격 LAN으로 전송한다. RFID와 WSN 정보들은 베이스 스테이션에서 통합되어 더욱 지능적인 정보로 변화된다. 예를 들면, WSN 데이터는 RFID 리더에 특정 이벤트를 일으키는 열쇠가 된다.

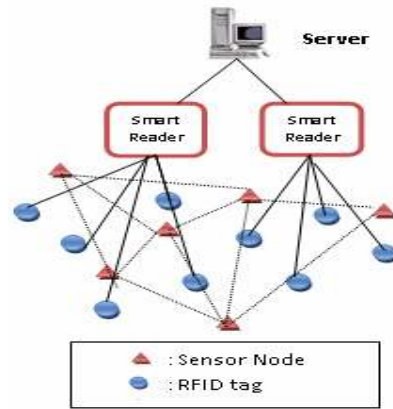


그림 2: RFID의 WSN으로의 통합

새로운 시스템은 세가지 종류의 장치를 통해 구성된다, 첫 번째 종류의 장치는 중요한 파워 제한 요소가 없는 스마트 리더라고 불리는 무선 장치이다. 이 디바이스는 RFID 리더를 포함할 것이며, 데이터처리와 네트워크 연결을 위해 32비트 마이크로 프로세서를 갖추고 있으며, 그것들은 거의 유선 장치에 의해서 인식된다. 그러나 더욱 편리한 배포를 위해 백본 네트워크에 연결하기 위해 무선 연결이 쓰일 것이다. 두 번째와 세 번째는 일반 태그와 센서 노드이다.

3.2 스마트 리더 노드

스마트 리더 노드는 특정 물리 시나리오를 감지하는 센서 부분, 일반 RFID 리더와 같이 태그를 읽는 리더 부분, 그리고 데이터를 전송하는 무선 전송부분 이렇게 세 개의 부분으로 구성되어 있다.

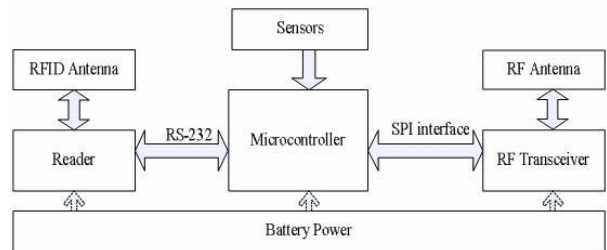


그림 3: 스마트 리더 노드의 구조

3.3 SCM협업 시스템을 위한 RFID와 WSN의 통합

데이터 스트림 관리 시스템(DSMS)은 공급 사슬에 있는 여러 단계를 통해서 제품 이동에 관련된

데이터 스트림의 쿼리에 의한 결정과 실시간 분석을 지원한다. 많은 애플리케이션들이 여러 개의 장소에서 오는 빠르고 시간에 변화를 주는 지속적인 데이터들을 받고 있다. 이러한 애플리케이션에서, 데이터베이스 관리 시스템을 통해서 쿼리를 처리하는 것이 불가능한 일은 아니다. 하지만 다음과 같은 이유 때문에 이용할 수 없다. 이러한 애플리케이션의 좋은 예가 있다. 사슬에서 전자제품 코드 관찰 데이터를 지속적으로 받는 애플리케이션이 있다. 일반적으로 '한번'의 쿼리보다 '계속적인' 쿼리를 데이터 스트림을 통해 보내게 된다. 계속적인 쿼리에 대한 대답은 시간이 소요되고, 데이터가 계속해서 반복되게 된다. [15]

웹 서비스 오케스트레이션은 분산 환경[16]에서의 안전하고 연속적인 정보 공유와 협업을 가능하게 한다. 오케스트레이션은 내외부의 웹 서비스와 상호작용하는 실행가능한 비즈니스 프로세스를 참조한다. 오케스트레이션은 웹 서비스가 메시지 레벨에서 어떻게 비즈니스 로직과 상호작용의 실행순서를 포함한 상호작용을 하는지 기술한다. 오케스트레이션과 함께, 비즈니스 부분의 관찰자적인 사람에 의해 프로세스는 항상 제어된다. 그러나 크레오그래피는 프로세스의 협력적이고, 각각의 부분이 상호작용하는 것을 기술한다. 웹 서비스 크레오그래피는 외부에서 접근 가능하도록 노출된 웹 서비스를 이용하는 분산된 부분들간의 오래 지속되는 상호작용의 협업을 목표로 한다.

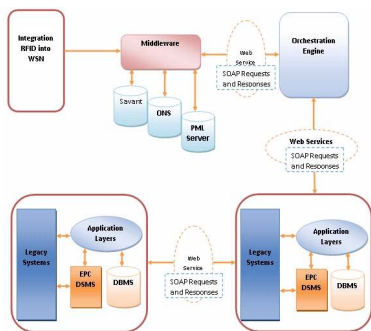


그림 4: SCM 시스템에서의 RFID와 WSN의 통합을 위한 분산 네트워크 아키텍처

그림 4는 제안되는 아키텍처의 하이레벨 문법 표현이다. 이것은 분산 아키텍처이고 애플리케이션 계층은 각각의 협업 파트너의 시스템에서 동작한다. 또한 웹 서비스는 다른 파트너의 시스템 사이에서 SOAP 요청, 응답을 통한 인터페이스로 구현된다. 데이터 계층은 양 관계 데이터베이스 시스템과 독특한 제품 정보를 연속적으로 보내는 애플리케이션 계층을 제공하는 데이터 스트림 관리 시스템을 통해서 구현된다.

SCM 시스템을 위한 WSN

아키텍처는 다른 협업 프로세스와 의사결정 지원 시나리오를 가능하게 한다. 각각의 시나리오에 애플리케이션 계층에서 각기 다른 컴포넌트들에 의해 지원될 수 있다. 이러한 컴포넌트들은 협업 파트너의 역할(공급자, 배급자, 소매자)에 따라 사이트마다 각각 다른 기능을 실행한다.

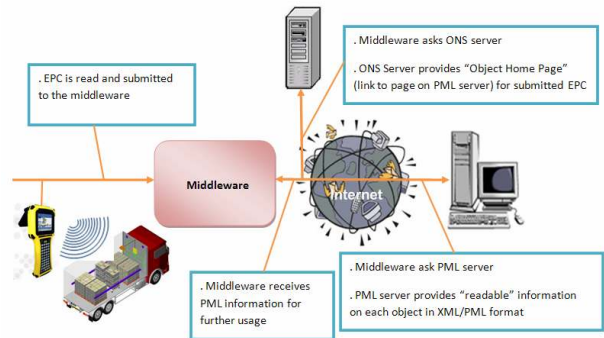


그림 5: 네트워크 아키텍처에 있는 미들웨어

또한 네트워크 아키텍처에 있는 미들웨어와 PML, ONS 서버간의 상호작용은 그림 5와 같다. EPC가 RFID가 통합된 WSN에 의해서 읽히고 처리된 이후에, 이것은 미들웨어에 받아들여진다. EPC에 대해서 알기 위해서는 미들웨어는 ONS 서버에 질문을 던지고, ONS 서버는 입력된 EPC에 대한 "객체 홈페이지"를 응답한다. 미들웨어는 또한 PML 서버에 질문을 한다. PML 서버는 각각의 객체에 대한 읽을 수 있는 정보를 XML/PML 포맷으로 되돌려준다.

4. GME를 이용한 메타 모델링

이 절에서 우리들은 간단한 공급 사슬 관리 시스템의 부분 시스템의 간단한 메타 모델을 소개한다. 이것은 소매 시스템, 제조 시스템, 그리고 데모 시스템으로 구성되어 있다.

4.1 그래픽 모델링 환경

MIC 기반시설의 중심에는 그래픽 모델링 환경(GME)가 있다. GME는 MIC에서 모델링 과정을 지원하고 있으며, 특정 엔티티, 관계, 애트리뷰트에 대한 직접적인 지식은 없으며, 모델의 제한 조건은 만들어지지 않았다. 이것은 메타모델을 통한 지식으로 알려지거나, 아니 정확하게는 모델을 위한 모델로 알려졌다. 메타모델링은 또한 GME를 통해서 이루어진다. GME는 광범위하게 다양한 도메인에서 작업을 할 수 있도록 프로그램 되었으며, 정식 모델링 환경 명세로부터 작성되었다. 이것은 특정 GME가 효율적으로 디자인되고 구현되었다면, 빠르고 안전하게 모델링 조건이 바뀔 수 있다는 것을 보장한다. 이것은 다음과 같은 중요한 특징들을 가진다:

- 이것은 주로 모델을 만들기 위해 쓰인다. 모델은 그림, 여러 요소, 어트리뷰트 엔티티 관계 다이어그램으로 표현된다. 모델의 의미는 GME에 관련되지 않는다. 이것은 나중에 모델 인터프리터 프로세서의 과정에서 결정된다.
- 이것은 크고 복잡한 모델을 만들기 위해 다양한 기술을 지원하고 있다. 그 기술은 다음과 같다. 계층성, 다양한 요소, 모듈의 상호연결성, 부품과 모듈의 참조
- 하나 이상의 통합 모델 인터프리터를 가지고 있다. 번역의 작동과 모델의 분석은 현재 개발 중이다.

4.2 소매 시스템

그림 6은 소매 시스템과 그 관계가 포함된 객체와 데이터 요소들의 다른 타입들을 묘사하고 있다.

이것은 시스템의 단어 뜻을 정의하도록 제공하고, 문법을 정의하는 것을 돕는다. 이것들은 개념 다이어그램이고, 구현에 있어서의 정보를 담고 있지 않는다.

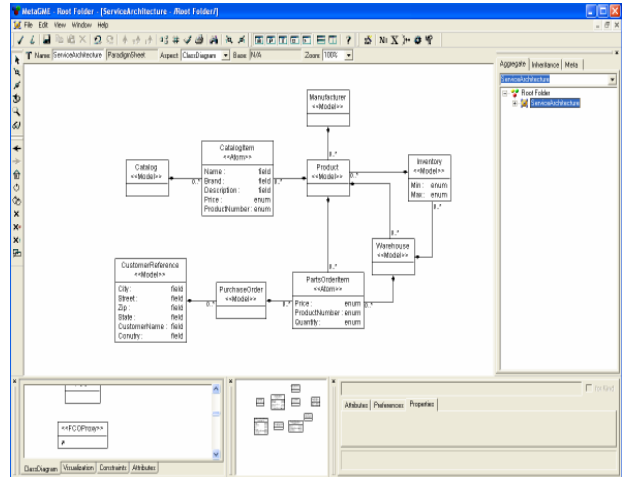


그림 6: 소매 시스템의 메타 모델

4.3 Manufacturing System

그림 7는 제작 시스템과 그 관계가 포함된 객체와 데이터 요소들의 다른 타입들을 묘사하고 있다.

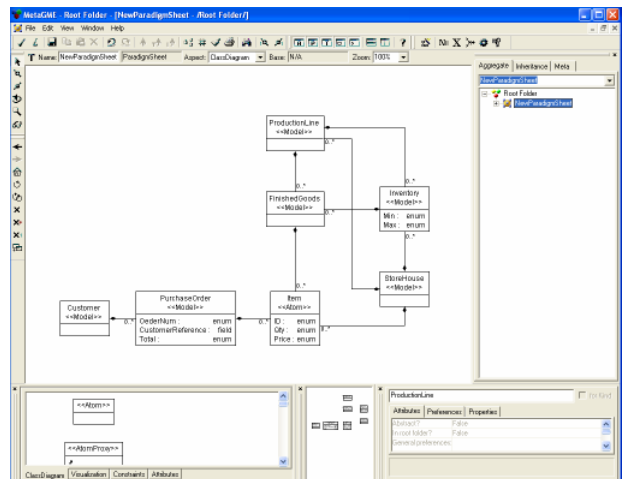


그림 7: 제조 시스템의 메타 모델

4.4 데모 시스템

그림 8는 데모 시스템과 그 관계가 포함된 객체와 데이터 요소들의 다른 타입들을 묘사하고 있다.

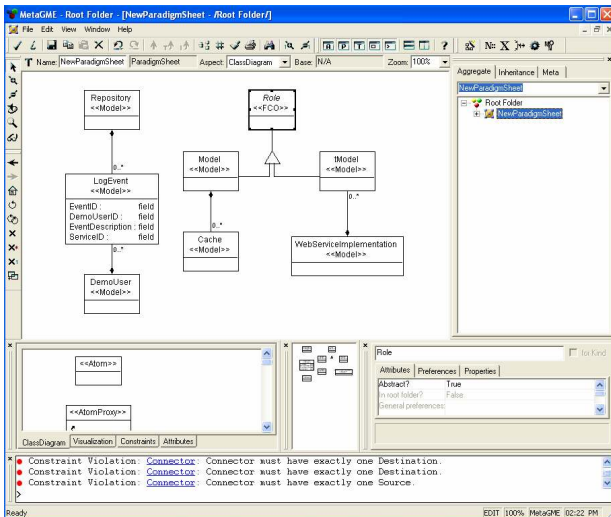


그림 8: 데모 시스템의 메타 모델

5. 결론

본 논문에서 SCM 시스템을 관리하기 위해 RFID와 WSN이 이용되는 시스템 아키텍처 프레임워크를 제안하였다. RFID와 WSN의 깊은 분석을 통해, 이 두 가지 기술이 결합된 SCM 시스템 아키텍처가 제안되었고, 그 요소들이 주의 깊게 논의되었다. 또한 이 도메인을 위해 RFID와 WSN을 이용하는 통합 시스템의 새로운 패러다임을 만들기 위해 시스템 메타모델링을 통해 GME 도구를 사용하였다.

[참고문헌]

[1] Barratt, M. and A. Oliveira, "Exploring the experiences of collaborative planning initiatives." *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 31(4): 266-289, 2001

[2] McLaren, T. S., Head, M. M., and Yuan, Y. (2004). "Supply Chain Management Information Systems Capabilities: An Exploratory Study of Electronics Manufacturers", *Information Systems and e-Business Management* Vol. 2, No. 2, pp. 207-222.

[3] Patrakosol, B. and Olson, D., (2007), "How interfere collaboration benefits it innovation," *Information & Management*, Vol. 44, No. 1, pp. 53-62.

[4] K. Pramatari, G.Doukidis, and P. Kourouthanassis, "Towards "Smarter" Supply and Demand-Chain Collaboration Pratices Enabled

by RFID Technology"

[5] Skjoett-Larsen, "Supply Chain Management: In Theory and Practice"

[6] Blatherwick, A., (1998): "Vendor-managed inventory: fashion fad or important supply chain strategy?" *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 3, No. 1, pp. 10-11.

[7] Cooke, J.A., (1998): "VMI: very mixed impact?" *Logistics Management Distribution Report*, Vol. 37, No. 12, 51

[8] Frantz, M., (1999): CPFR pace picks up, *Consumer Goods*. Available at: www.consumergoods.com/archive/JanFeb99.

[9] Auto-ID Center (2002): *Technology Guide*, Auto-ID Center White Paper.

[10] Loebbecke, C., (2007), "Piloting RFID along the Supply Chain: A Case Analysis," *Electronic Markets*, Vol. 17, No. 1, pp. 29-37.

[11] Angelles R., (2005): "RFID Technologies: Supply Chain Applications and Implementation Issues", *Information Systems Management*, pp. 51-65.

[12] Sarma, S., Weis, S. and Engels, D., (2002): "Low cost RFID and the electronic product code", In the *Workshop on Cryptographic Hardware and Embedded Systems*, LNCS, pp. 6, Berlin.

[13] Ballou, D., Wang, R., Pazer, H., and Tayi, G., (1998): "Modeling information manufacturing systems to determine information product quality", *Management Science*, Vol. 44, No. 4, pp. 462.

[14] EPC Global, <http://www.epcglobalinc.org/home>

[15] Chatziantoniou, D., and Johnson, T., (2005): "Decision Support Queries on a TapeResident Data Warehouse", *Information Systems Journal*, Vol. 30, No. 2, pp 133-149

[16] Muehlen, M., Nickerson, J.V. and Swenson, K.D., (2005): "Developing web services choreography standards – the case of REST vs. SOAP", *Decision Support Systems*, Vol. 40, pp. 9-29.