

시뮬레이션을 이용한 EPCIS의 효율화 방안에 관한 연구

이 종 석* · 이 창 호**

*남서울대학교 산업경영공학과 · **인하대학교 산업공학과

A Study on the Efficiency of the EPCIS using Simulation

Zhong-Shi Li* · Chang-Ho Lee**

*Department of Industrial & Management Engineering, NAMSEOUL University

**Department of Industrial Engineering, INHA University

Abstract

EPCIS(EPC Information Services) system is a core component of EPCglobal Architecture Framework offering information of the freights, the time of awareness and the location of awareness on the EPCglobal Network. The role of EPCIS is to exchange information based on EPC. There are four kinds of event data which are object event data, aggregation event data, quantity event data, and transaction event data. These EPCIS events data are stored and managed in EPCIS repository.

This paper deals with the method which diversifies the data flow load of intensive EPCIS events and effectively manages EPCIS repository for exchanging data smoothly. In order to verify a effectiveness, we measure the performance of the system using a simulation by comparing the existing method with the suggested method.

Keywords : RFID, EPCglobal Network, EPCIS, Simulation.

1. 서 론

오늘날 급변하는 기업 환경 속에서 물류기업과 그 이해관계자들은 RFID를 활용한 시스템을 도입하여 제품의 정보를 실시간으로 취득하기를 원하고, 빠르게 취득한 정보를 바탕으로 신속한 의사결정을 내리려 한다. Business와 IT Infra의 변화와 더불어 RFID의 도입은 특히 물류 산업분야에 큰 영향을 끼쳐 급속히 발전하고 있다.

EPCglobal Network에서 발생하는 데이터들은 1차적으로 정보를 필요로 하는 이해관계자에게 제공되고, 데이터의 확인을 위해 EPCIS의 Repository에 저장된다 [3]. EPCIS는 EPCglobal Network의 구성요소로서 동시에 수많은 RFID 단말기로부터 입력되는 대용량의 데이터를 처리하기 위하여 해당 EPCIS Event 데이터

를 데이터베이스에 저장한다[4].

본 연구에서는 집중화된 EPCIS Event에 대한 입력력 부하의 분산을 유도하고, 원활한 정보 교환을 위하여 EPCIS Repository를 효율적으로 관리할 수 있는 방안을 제시한다. 이를 위하여 기존에 연구되었던 EPCIS Repository에 저장되는 정보 중 가장 중요하게 생각되는 EPC, bizlocation, readpoint 정보를 중심으로 중복되는 데이터를 최소화하도록 한 내용[5]와 [7]을 보완 및 업그레이드 하여 새롭게 접근하려 한다. 또한 제안한 방안의 유효성을 검증하기 위하여 간단한 테스트 시뮬레이션을 만들어 동일한 양의 데이터를 저장할 때에 기존 방안과 제안한 방안의 효율성을 비교하여 시스템 성능을 측정하려 한다.

† 교신저자: 이창호, 인천시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

M · P: 010-3761-2995, E-mail: lch5601@inha.ac.kr

2010년 7월 20일 접수; 2010년 8월 20일 수정본 접수; 2010년 8월 24일 게재확정

2. EPC Information Service

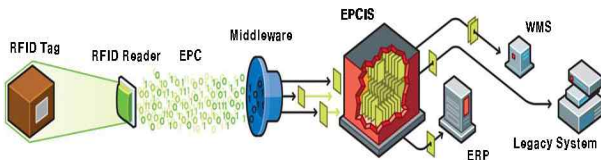
2.1 EPCIS의 개요

EPCIS는 EPCglobal Network의 구성요소로서 EPC와 관련된 정보에 접근하기 위한 표준인터페이스를 위한 규격으로 2007년 4월 EPCIS Standard v.1.0이 비준되었고 같은 해 9월, EPCIS Standard v.1.0.1이 승인되었다.

EPCIS의 주요 역할은 EPCglobal Network의 EPC 데이터의 정보교환을 목표로 EPCglobal Network 상에서 제품정보의 흐름을 제공하고, RFID Tag에 기록된 EPC 데이터, 입고일, 입고장소, 출고일 등의 정보를 제공하며, 기존의 Auto-ID Center에서 제시한 PML 서버를 대체하는 시스템의 정보 교환 서비스의 핵심 부분이라고 할 수 있다[2].

2.2 EPCIS의 구성

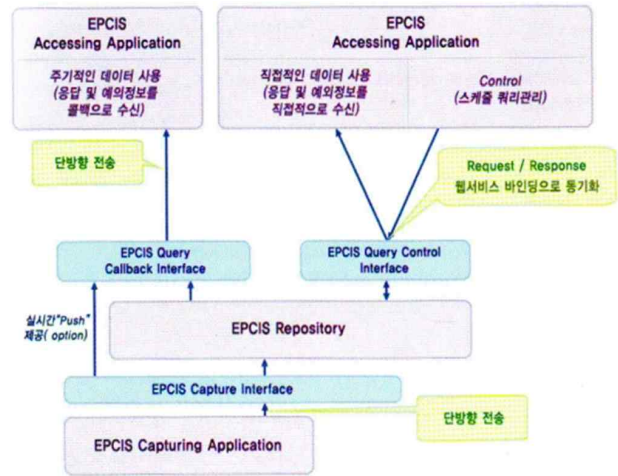
EPCglobal Architecture Framework의 구성요소 중 EPCIS를 구성하는 세부적인 모듈들을 살펴보면 <표 1>과 같이 구분할 수 있다.



[그림 1] EPCIS의 데이터 처리 흐름도

<표 1> EPCIS의 구성 요소

구분	설명
EPCIS Capture Interface	EPCIS Capture Application에서 전달되는 EPCIS Event 데이터를 실시간으로 수집하여 Filtering & Collection Interface를 통해 비즈니스 상황에 맞게 해석하여 EPCIS 레벨의 이벤트 데이터로 만들어 주는 역할을 한다.
EPCIS Repository	EPCIS Capture Application에서 전달되는 EPCIS Event에 대한 영구적인 데이터 저장소를 제공하여 EPCIS Accessing Applications에서 쿼리할 수 있도록 한다.
EPCIS Query Interface	기업 내부와 거래 업체의 EPCIS Accessing Applications의 요구에 따라 EPCIS Repository에 저장되어진 EPCIS Event 데이터를 검색하여 전송해 주는 역할을 한다.

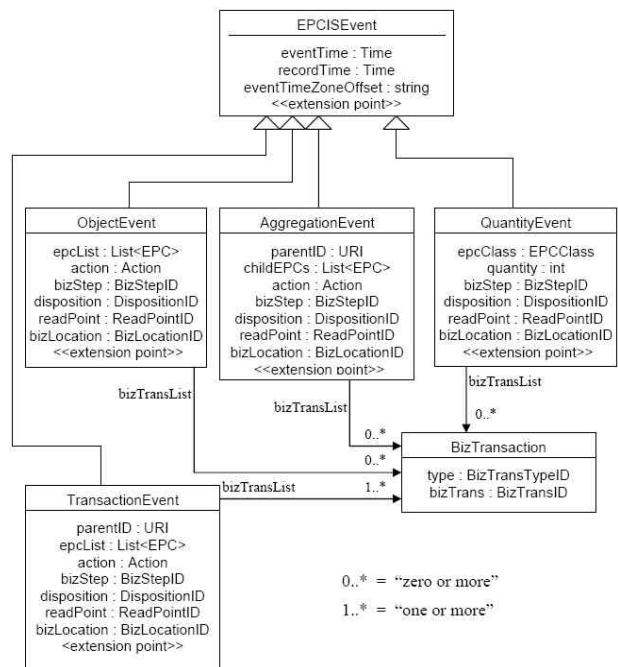


[그림 2] EPCIS Service Layer

위의 EPCIS를 구성하는 세부적인 모듈들을 역할별로 Service Layer를 표현하면 다음과 같다.

2.3 EPCIS Event 데이터

EPCIS의 추상적인 데이터 모델은 크게 Event 데이터와 Master 데이터로 구성된다. Event 데이터는 비즈니스 프로세스를 거쳐 EPCIS Capture Interface를 통해 수집되어 향후 EPCIS Query Interfaces를 통해 사용되는 데이터라고 하면, Master 데이터는 Event 데이터를 설명하는 추가적인 정보를 담고 있는 데이터라고 할 수 있다[7].



[그림 3] EPCIS Event 데이터의 형태

물리적으로 객체가 이동됨에 따라 서로 다른 이동 거점에 설치된 RFID 시스템으로부터 인식된 RFID 태그 정보는 ALE interface를 거쳐 EPCIS Capture Application에 전달된다. 각 데이터는 EPCIS Capture Application에서 기업의 비즈니스 로직에 따라 Event 데이터의 형태가 결정이 되는데, 크게 네 가지 정보 즉 Object Event Data, Aggregation Event Data, Quantity Event Data, Transaction Event Data로 구분된다. 이상의 네 가지 이벤트 데이터들을 EPCIS Event 데이터라 하며 EPCIS Event라는 시간정보를 포함하는 Entity와 결합하여 검색되어 질수 있으며, EPCIS 서버는 이상의 데이터를 기반으로 거래정보를 포함하여 EPCIS Repository에 저장·관리 한다. [그림 3]은 EPCIS의 Event 데이터 형태를 표현한 것이다.

<표 2>는 EPCIS Event 데이터에 대하여 설명한 것이다.

3. 시스템 성능 향상을 위한 효율화방안

EPCglobal Network의 활성화에 따른 수많은 RFID 단말기로부터 대용량의 EPCIS Event 데이터가 지속적으로 입력될 때, 이를 저장하고 관리해야 하는 EPCIS

<표 2> EPCIS Event 데이터

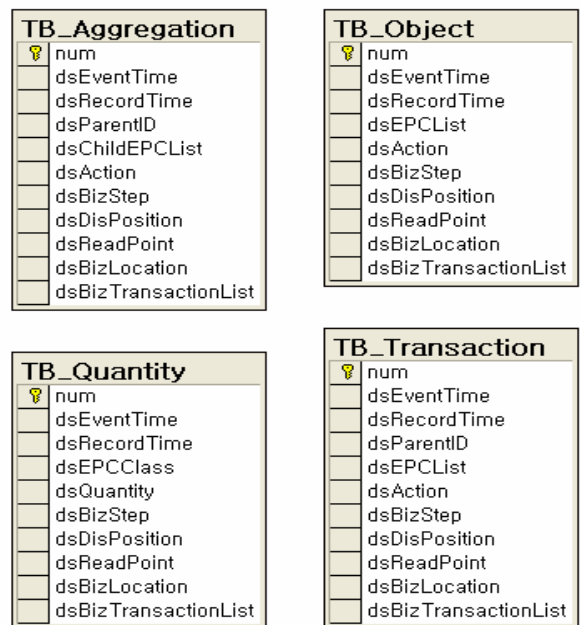
구분	설 명
Object Event	어떤 시간과 장소에서 어떤 비즈니스 단계에서 관측된 EPC의 리스트를 표현한다. Object Event는 단순 관측 정보(EPC의 리스트)를 가진다. 예를 들어, 9번 게이트를 통해 오전 10:00에 도착한 EPC의 리스트를 표현한다. 입출고 게이트에서 많이 발생한다.
Aggregation Event	어떤 시간과 장소, 어떤 비즈니스 단계에서 부모 단계의 EPC에 물리적으로 결합 또는 해체되는 EPC의 리스트를 가진다. 예를 들어, 팔레타이징 하는 장소 9번에서 오후 12:23에 부모 EPC와 자식 EPC 1번에서 100번까지 팔레타이징 되었다는 것을 표현한다.
Quantity Event	어떤 시간과 장소에서 관측된 제품(class)단위의 EPC의 수량을 가진다. 예를 들어, 유통센터의 백룸에 콜라가 100개 입고되었다는 것을 표현한다.
Transaction Event	비즈니스와 연결된 정보를 저장하는데 사용하는 이벤트이다. 예를 들어, 주문번호 123번이 어떻게 수행되었다는 것을 표현한다.

시스템의 핵심 구성요소인 EPCIS Repository에는 엄청난 부하가 걸리게 된다.

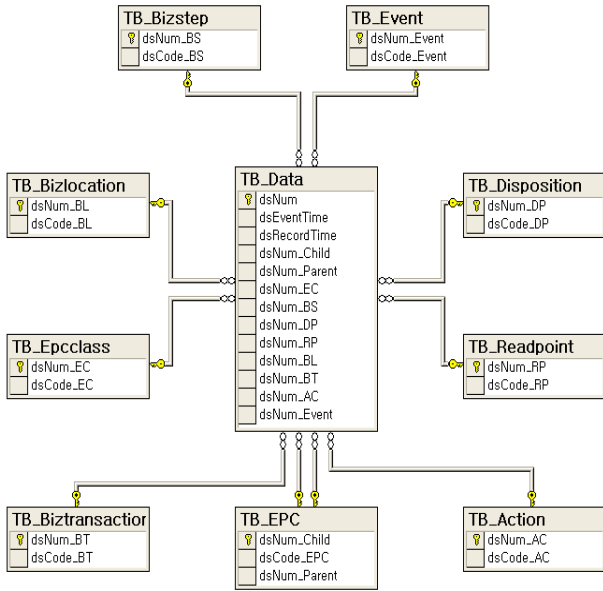
본 절에서는 끊임없이 발생하는 EPCIS Repository의 EPCIS Event 데이터의 관리를 효율화하고 데이터베이스의 데이터 입출력 속도의 한계를 극복하기 위한 방안으로서, EPCIS의 네 가지 Event 중 데이터가 집중적으로 발생하는 EPCIS Event의 데이터를 파악하여 분리하고 재설계하여, 집중화된 EPCIS Event에 대한 입출력 부하의 분산을 유도하고, EPCIS Repository에 여러 프로세스가 동시에 접근할 때 발생하는 데이터의 입출력 경합을 최소화하여 데이터의 접근성을 향상시킬 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

이를 위하여 기존에 연구되었던 EPCIS Repository에 저장되는 정보 중 가장 중요하게 생각되는 EPC, bizlocation, readpoint 정보를 중심으로 테이블 간 관계 설정을 통하여 각 EPCIS Events의 필드 내 중복되는 데이터를 최소화하도록 한 내용[5]와 [7]을 보완 및 업그레이드 하여 새롭게 접근하려 한다.

따라서 EPCIS Repository를 효율화하기 위하여 EPCIS 규격에 따라 정의된 각 EPCIS Event 데이터 구조를 기반으로 하여 EPCIS Repository에 저장되는 정보 중 중복되어 나타나는 필드인 action, bizstep, disposition, readpoint, bizlocation, biztransaction과 나머지 중요한 필드인 parentid, childepclist, epcclass를 중심으로 테이블 간 관계 설정을 통하여 각 EPCIS Events의 필드 내 중복되는 데이터를 최소화하도록 테이블 스키마를 구성하였다.



[그림 4] EPCIS 규격에 따른 데이터베이스 구조



[그림 5] EPC Event 데이터 기반의 최적화 데이터베이스 구조

각 Events가 발생될 때 먼저 TB_EPC 테이블에 EPC가 등록된다. TB_Data 테이블은 EPCIS 규격 상 EPCIS Event 테이블에 해당하는 것으로 시간 정보 이외에 각 Events가 어느 곳에서 발생하였는지를 구분하기 위하여 action, bizstep, disposition, readpoint, bizlocation, biztransaction 정보가 같이 저장되도록 하였다.

이러한 action, bizstep, disposition, readpoint, bizlocation, biztransaction 정보는 TB_Action, TB_Bizstep, TB_Disposition, TB_Readpoint, TB_Bizlocation, TB_Biztransaction의 테이블을 추가하여 각 EPCIS Events 중 해당하는 데이터를 각 Events 필드에 직접 저장하는 대신, 데이터 내용은 TB_Action, TB_Bizstep, TB_Disposition, TB_Readpoint, TB_Bizlocation, TB_Biztransaction 테이블에 저장하고, 이에 해당하는 TB_Action, TB_Bizstep, TB_Disposition, TB_Readpoint, TB_Bizlocation, TB_Biztransaction 테이블의 ID 값을 TB_Data의 필드 값으로 저장 하였다. 또한 TB_Event와 TB_Epcclass 테이블을 추가하여 각기 발생하는 Events의 종류와 Epcclass를 저장하도록 하였다.

4. 시물레이션

4.1 시물레이션 설계 및 구현

제안한 방안의 유효성을 검증하기 위하여 간단한 테스트 시물레이션을 만들어 동일한 양의 데이터를 저장할 때에 기존 방안과 제안한 방안의 효율성을 비교하

여 시스템 성능을 측정하려 한다.

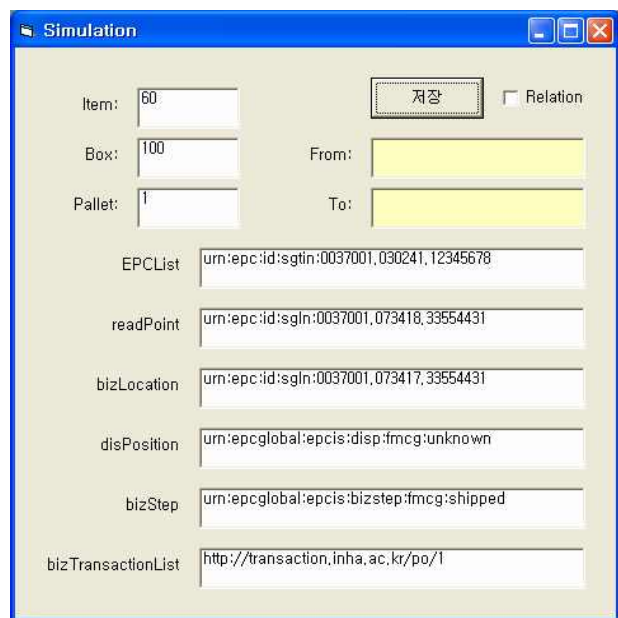
본 논문에서 사용된 테스트용 시물레이션은 Visual Basic 6.0으로 프로그램을 구현하였으며, DB는 Microsoft사의 MS-SQL Server 2000을 사용하였다.

시물레이션 프로그램은 상단 좌측의 item, box, pallet의 수에 대한 입력 부분과, 상단 우측의 Relation 여부를 나타내는 부분과 시물레이션 실행 버튼 및 시물레이션 시작과 종료 시간, 하단의 실제 데이터베이스에 저장되는 이벤트 데이터의 필드 값들 등 3개 부분으로 구성된다.

시물레이션 프로그램은 하나의 readpoint에서 발생하는 item, box, pallet에 EPC를 가상으로 부여하기 위해 좌측 상단의 item, box, pallet의 텍스트 박스에 바로 상위의 포장단위에 포장되어지는 물품의 수량을 기입하게 된다(ex. 10, 5, 1을 텍스트 박스에 기입하였을 경우 pallet 하나에 5개의 box가 위치하고 box 하나에 10개의 item이 위치해서 총 50개의 EPC가 생성된다).

우측 상단의 From, To 부분은 시물레이션 프로그램이 한 cycle을 실행하는데 얼마의 시간이 소요되는지를 측정하기 위해 EPC가 생성되는 시간을 제외하고, DB에 최초 insert가 되는 시간과 insert가 완료되는 시간이 프로그램이 작동 완료시점에 각각 텍스트 박스에 나타나게 된다. 체크박스는 두 가지 방안에 대해 선택을 나타내는데, 체크박스를 선택하지 않으면 기존의 방안으로 시물레이션을 수행하고 체크박스를 선택하면 제안한 방안으로 시물레이션을 수행한다.

또한 테스트를 목적으로 구현하였기에 bizstep, disposition, readpoint, bizlocation, biztransaction의 값을 생성된 모든 EPC가 동일하게 적용하려고 한다.



[그림 6] 시물레이션 프로그램

프로그램의 실행 순서는 다음과 같다.

최초 item, box, pallet의 수량을 기입하고 체크박스를 이용하여 방안을 선택한 후 저장 버튼을 클릭하게 되면 프로그램이 작동하기 시작한다. 체크박스를 선택하지 않는 기존 방안에서는 프로그램에서 자체적으로 EPC를 형식에 맞추어서 생성하고, 이를 바탕으로 나머지 필드 값들과 조합하여 생성해두었던 TB_Object, TB_Aggregation, TB_Quantity, TB_Transaction의 순서로 각기 저장한다. 체크박스를 선택한 제안한 방안에서는 프로그램은 자체적으로 EPC를 형식에 맞추어서 생성하고, 이를 TB_EPC에 저장하고 각 값에 해당하는 참조 값을 배열로 저장한다. 나머지 필드인 action, bizstep, disposition, readpoint, bizlocation, biztransaction에 대해서도 참조 값을 따로 저장한다. 최종적으로 TB_Data 테이블에 object, aggregation, quantity, transaction의 순서로 각 데이터가 저장되고, 이 과정이 끝나게 되면 저장 시작 시간과 종료 시간을 화면에 출력하고 프로그램은 종료된다.

4.2 시뮬레이션 결과

위에서 설명한 두 가지 방법으로 시뮬레이션 프로그램을 실행시키고 두 가지 방법에 대하여 여러 번 테스트를 거쳐 그 결과를 비교해 보았다.

이벤트 횟수에 따른 시뮬레이션 수행결과는 다음과 같다.

시뮬레이션 결과를 통하여 EPCIS Repository의 EPCIS Event 데이터의 관리를 효율화하고 데이터베이스의 데이터 입출력 속도의 한계를 극복하기 위하여 제시한 방안이 기존의 방안보다 효율성이 우월하다는 것을 알 수 있다. 제안한 방안을 통하여 데이터의 입출력 부하를 분산하여 접근시간을 훨씬 단축하였으며 아울러 데이터의 크기도 훨씬 줄일 수 있다.

5. 결론

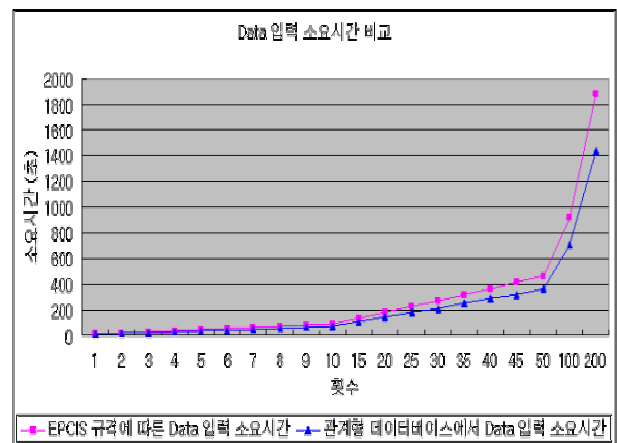
EPCIS Event가 발생함에 따라 입력되는 대용량의 데이터를 저장하는 EPCIS Repository에는 엄청난 부하가 걸리게 된다. 따라서 EPCIS Event에 대한 사전 조사를 바탕으로 EPCIS 시스템의 안정성과 신뢰성을 확보하여야 한다.

본 연구에서는 EPCglobal Network에서 EPC 데이터의 정보교환을 목표로 하는 EPCIS의 Repository를 대상으로 집중화된 EPCIS Event에 대한 입출력 부하의 분산을 유도하고, 원활한 정보 교환을 위하여 EPCIS

<표 3> Data 입력 소요시간 비교

[단위 : 초]

횟수	EPCIS 규격에 따른 Data 입력 소요시간	관계형 데이터베이스에서 Data 입력 소요시간
1	8	7
2	17	14
3	26	20
4	35	25
5	43	32
6	51	39
7	62	49
8	70	54
9	82	61
10	88	71
15	134	110
20	179	146
25	228	181
30	273	213
35	315	253
40	366	290
45	415	320
50	464	360
100	915	706
200	1882	1436



[그림 7] Data 입력 소요시간 비교

Repository를 효율적으로 관리할 수 있는 방안을 제시하였다.

이를 위하여 EPCIS의 네 가지 Event 중 데이터가 집중적으로 발생하는 EPCIS Event의 데이터를 파악하여 분리하고 재설계하였다. 즉 각 Events 단위로 중복되어 저장되지만, EPCIS를 운영하는 기업 입장에서 그

세부내역이 정적인 데이터 속성을 갖는 공통적인 필드 값을 각 EPCIS Event 테이블과 관계를 설정하여 저장하였다.

또한 제안한 방안의 유효성을 검증하기 위하여 간단한 테스트 시물레이션을 만들어 동일한 양의 데이터를 저장할 때에 기존 방안과 제안한 방안의 효율성을 비교하여 시스템 성능을 측정하였으며, 제안한 방안이 기존의 방안보다 효율성이 우월하다는 것을 알 수 있었다.

추후 연구과제로는 현업 프로세스를 기반으로 하는 시물레이션과 외부 어플리케이션의 다양한 질의에 대한 응답시간 분석 및 질의에 대한 신속한 응답이 이루어질 수 있도록 하는 방안에 대한 연구가 필요할 것이다.

6. 참고 문헌

- [1] 박준석, “국내 900MHz대 RFID 현황 및 기술기준 개정방안”, RFID 저널코리아, 2008년 1월호, 2008.
- [2] 안재명, 이종태, 오해석, (주)리테일테크 기술연구소 공저, “EPCglobal Network 기반의 RFID 기술 및 활용”, 글로벌, 2007.
- [3] 이승주, “RFID 데이터 질의 처리를 위한 EPCIS 시스템의 설계 및 구현”, 부산대학교 석사학위논문, 2007.
- [4] 이종석, “SCM의 가시성 확보를 위한 EPCglobal Network 구현에 관한 연구”, 인하대학교 박사학위논문, 2010.
- [5] 이종석, 이태윤, 박설화, 다단, 이창호, “EPCIS Event 데이터 모델링과 시물레이션 검증 연구”, 대한안전경영과학회지, 제11권 제2호, 2009.
- [6] 이창호, 조용철, “EPCIS Event 데이터 크기의 정량적 모델링에 관한 연구”, 대한안전경영과학회지, 제11권 제4호, 2009.
- [7] 조용철, “RFID 기반의 통합물류센터를 위한 효율적인 EPCIS Repository 구축에 관한 연구”, 인하대학교 박사학위논문, 2009.
- [8] EPCglobal, “EPC Information Services (EPCIS) Version 1.0.1 Specification”, EPCglobal, September 2007.
- [9] EPCglobal, “The Application Level Events (ALE) Specification, Version 1.1 Part I: Core Specification”, EPCglobal, February 2008.
- [10] EPCglobal, “The Application Level Events (ALE) Specification, Version 1.1 Part II: XML and SOAP Bindings”, EPCglobal, February 2008.
- [11] EPCglobal, “The EPCglobal Architecture Framework”, EPCglobal, September 2007.
- [12] Goh, E. K., “Introduction to EPCInformation Services (EPCIS)”, BEASystems, 27 September 2007.

저 자 소 개

이종석



인하대학교 산업공학과 공학박사 취득. 현재 남서울대학교 산업경영공학과 교수로 재직 중.
관심분야: EPCglobal Network, 항공물류 정보시스템, RFID를 활용한 응용시스템, 시물레이션, SCM, 등.

주소: 충남 천안시 성환읍 매주리 21 남서울대학교 산업경영공학과

이창호



인하대학교 산업공학과에서 학사 취득. 한국과학기술원에서 산업공학과 석사, 서 산업과 공학박사 취득. 현재 인하대학교 교수로 재직 중.
관심분야: 물류, RFID, SCM 등.

주소: 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과