

Altibase DB를 활용한 EPCIS 효율화 방안 연구

박 설 화* · 이 두 용* · 송 영 근* · 권 대 우* · 조 용 철** · 이 희 남*** · 이 창 호*
*인하대학교 산업공학과 · **한국항만연수원 인천연수원 · ***유한대학교 산업경영공학과

A Study on Efficiency of the EPCIS using Altibase DBMS

Xue-hua Piao* · Doo-yong Lee* · Young-keun Song* · Dae-woo Kwon*

Yong-chul Jho** · Hee-nam Lee*** · Chang-ho Lee*

*Department of Industrial Engineering, INHA University

**Korea Port Training Institute Incheon

***Department of Industrial Engineering, YUHAN University

Abstract

EPCIS(EPC Information Service) 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.

EPCIS Repository continuously stores and manages mass EPCIS Event input data from a great number of RFID devices simultaneously. The Hybrid DBMS can deal efficiently mass necessary data.

This study suggest the plan which can efficiently manage EPCIS Repository using Hybrid DBMS. We offer three schema and stores EPCIS Event data to Altibase DB that can efficiently manage EPCIS Repository using Hybrid DBMS and compare the performance about three schema through simulations.

Keywords : EPCIS, EPCIS Repository, Hybrid DBMS, Simulation.

1. 서 론

현대 사회에서 기업들은 공급망을 이용한 자원정보의 공유를 통해 기업 상호간의 이윤 극대화를 꾀하고 있다.

SCM을 이용하여 기업들의 생산성 향상을 추구하고 있으나 바코드나 수작업을 이용한 시스템에서 실시간 정보와 자원 파악의 어려움, 정보 동기화의 부재, 물류망의 복잡화로 인한 정보의 왜곡현상이 발생하였다. 이를 해결하기 위해 많은 기업들이 RFID 기술을 도입하거나 도입을 준비하고 있다. RFID를 이용한 글로벌 공급망 관리를 위해 EPCglobal Network를 사용하여 EPC가 탑재된 RFID 태그와 이를 인식할 수 있는 RFID 리더와 같은 RFID 기술을 사용하여 자동으로 상품 및 객체를 식별하고 식별한 정보를 인터넷 등의 네트워크로 공유하여 제품의 위치를 실시간으로 조회할 수 있다.

EPCglobal Network에서 발생하는 데이터들은 1차적으

로 정보를 필요로 하는 이해관계자에게 제공되고 데이터를 확인하기 위해 EPCIS의 Repository에 저장된다[5].

EPCIS 시스템의 구성요소 중 동시에 수많은 RFID 단말기로부터 입력되는 대용량의 EPCIS Event 데이터를 지속적으로 저장하고 관리하는 EPCIS Repository는 여러 프로세스가 동시에 접근할 때 연속적인 대용량의 데이터 처리를 위하여 해당 EPCIS Event 데이터를 데이터베이스에 저장한다[6]. 기업 내 데이터는 빠르게 대용량화되고 높은 수준의 서비스 속도를 제공받기를 원하는 사용자들의 요구에 따라 대용량 데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 방안이 필요하다[1].

본 연구에서는 대용량 데이터의 효율적인 처리를 위해 고성능이 필요한 데이터와 대용량이 필요한 데이터를 모두 처리할 수 있는 Hybrid DBMS를 적용하여 EPCIS Repository를 효율적으로 관리할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

† 본 연구는 한국학술진흥재단의 지원으로 연구되었음

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

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

2010년 4월 20일 접수; 2010년 6월 7일 수정본 접수; 2010년 6월 8일 게재확정

2. 이론적 배경

2.1 EPCIS

EPCglobal Network는 글로벌 공급망에서 EPC가 탑재된 RFID 태그와 이를 인식할 수 있는 RFID 리더와 같은 RFID 기술을 사용하여 자동으로 상품 및 객체를 식별하고 식별한 정보를 인터넷 등의 네트워크로 거래업체 및 이해관계자와 공유하여 제품의 위치를 실시간으로 조회할 수 있는 시스템이다.

이러한 EPCglobal Network의 구성요소는 EPC, ID 시스템, EPC 미들웨어, EPCIS, EPCDS 등이 있다. EPCIS는 EPCglobal Network의 구성요소로서 EPC와 관련된 정보에 접근하기 위한 표준 인터페이스를 위한 규격으로 2007년 4월 EPCIS Standard v. 1.0이 비준되었고 같은 해 9월, EPCIS Standard v. 1.0.1이 승인 되었다.

EPCIS는 표준화된 XML 기반의 Capture & Query Interfaces를 제공하여 표준화된 인터페이스로 글로벌 환경에서도 제품의 'Track & Trace'가 가능하여 제품의 가시성이 증가한다. EPCIS는 기업의 EPC 데이터 취합의 허브 역할을 담당하기 때문에 RFID 시스템 적용 시 응용 프로그램의 복잡도가 감소하고 추후 응용 프로그램 개발 시에도 데이터의 해석 측면에서 손쉬운 접근법을 제공한다.

EPCglobal 네트워크 아키텍처 프레임워크에서 제시한 EPCIS가 다루는 데이터의 종류 중 운영 데이터는 EPCIS v. 1.0의 이벤트 데이터로 구체화 될 수 있으며, 이벤트 데이터를 해석할 수 있는 메타데이터인 마스터 데이터가 사용된다.[5] EPCIS는 E수 있는 메타데이터와 Master 데이터의 구성요소를 통해 의미상 두 가지 형태의 정보를 제공하는데, 첫 번째로는 정적정보로서, 객체의 고유한 성격에 해당하는 데이터와 상품의 공급망상의 위치정보, 입·출고 및 판매정보 등과 같이 객체의 이동과 상태변화에 따라 성장하고 변화하는 동적 데이터이다.

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 시간 정보를 포함하는 Entity와 결합하여 검색되어 질수 있으며, EPC Repository에 저장·관리한다[2].

각 데이터는 EPCIS Capture Application에서 기업의 비즈니스 로직에 따라 Event 데이터의 형태가 결정이 되는데, 크게 다음과 같이 네 가지 정보로 구분된다.

<표 1> EPCIS Event data

Object Event	Quantity Event
epcList	epcClass
action	quantity
bizStep	bizStep
disposition	disposition
readPoint	readPoint
bizLocation	bizLocation
bizTransactionList	bizTransactionList
eventTime	eventTime

Aggregation Event	Transaction Event
parentID	parentID
childEPCs	epcList
action	action
bizStep	bizStep
disposition	disposition
readPoint	readPoint
bizLocation	bizLocation
bizTransactionList	bizTransactionList
eventTime	eventTime

- (1) Object Event Data: 특정시간, 특정장소에서 특정 Business 단계에서 인식된 EPC 데이터
- (2) Aggregation Event Data: 특정시간, 특정장소에서 특정 Business 단계에서 인식된 EPC 데이터
- (3) Quantity Event Data: 특정시간, 특정장소에서 인식된 EPC 집합에 속하는 수량
- (4) Transaction Event Data: 어느 Business transaction에 속하는 EPC 집합

2.2 Altibase DBMS

DRDBMS(Disk Resident DBMS)는 DBMS가 디스크에 저장된 데이터를 버퍼로 읽어 응용 프로그램에 전달하는 구조로 응용 프로그램의 개발이 간편하고 데이터 공유가 쉽고 대용량 DBMS가 가능하다. 하지만, 사회전반에 걸쳐 정보화가 급격히 진전되고 정보처리의 요구 성능이 폭주하면서 데이터 처리에 대한 수요는 많았으나, DRDBMS는 평균 처리속도가 낮고 고성능 데이터 처리 분야에서 사용하기 어려운 단점이 있다.

MMDBMS(Main Memory DBMS)는 메모리에 데이터를 저장하여 곧바로 데이터의 응용 프로그램에 전달해주는 구조로 평균 처리속도가 매우 빠르며 메모리의 특성상 균일한 성능을 보장하여 일반적으로 DRDBMS에 비해서 MMDBMS가 갱신연산은 약 10배, 검색연산은 약 3배 이상의 성능을 보여주고 있다. 메모리의 물리적인 크기의 한계로 인해 방대한 양의 정보를 처리하는 분야에서 사용하기 어렵다. 상기의 DBMS 방식의 데이터의 특

성에 따라 MMDBMS와 DRDBMS를 혼용해서 사용하기도 하나 공통정보에 대해서 상호 동기화를 해야 하는 문제와 MMDBMS와 DRDBMS를 같이 처리해야 하는 응용프로그램이 양쪽에 동시에 접촉해서 처리해야 하는 문제가 있고, 장애복구가 복잡한 문제도 발생한다.

MMDBMS와 DRDBMS를 혼용하는 구조와 같이 고성능이 필요한 데이터와 대용량이 필요한 데이터를 모두 처리하면서도 DBMS는 하나로 통합된 구조를 가져 혼용구조에서 발생할 수 있는 문제를 해결할 수 있는 Hybrid DBMS가 등장하였다.

Altibase Hybrid DBMS는 고성능을 보장하는 MMDBMS와 범용성으로 대변하는 대용량 데이터 처리를 제공하는 DRDBMS를 동시에 지원하는 Hybrid Architecture를 채택하여 효율적인 데이터 관리와 지원 활용제고에 최적화된 신개념, 신구조 DBMS로, 기업의 업무 특성과 데이터베이스 접근 빈도에 따라 데이터를 디스크와 메모리에 나누어 저장·관리할 수 있다는 것이 가장 차별화되는 특징이자 장점을 가진 Hybrid DBMS이다[3].

2.3 문헌 연구

현재까지 RFID 기술을 적용한 다양한 사례와 연구 결과에도 불구하고, 공급망 전체를 통해 공유되고, 관리되어야 할 EPC 기반의 물류정보에 대한 연구는 발표 사례가 적은 상황이다. EPCIS 시스템에 관련된 기존의 연구들은 다음과 같은 것들이 있다.

이경택[4]은 EPC만 입력하면 해당 EPC와 관련한 모든 event를 수집해주는 기능을 가지고, OWL-DL 온톨로지를 사용하여 수집된 event에 대한 질의를 정의할 수 있는 시스템을 제안하였다.

이종석[6]은 공급사슬 상에서 객체의 가시성, 추적성, 자동화를 강화하기 위한 방안으로 EPCglobal Framework 상의 각 업무단계 별로 가상 업무 시나리오를 설정하고 기 구축된 SCM 물류시물레이터실을 활용하여 도출한 시나리오 및 프로세스를 바탕으로 가시성 확보를 위한 EPCglobal Network 기반의 EPCIS 시스템을 구축하였다.

조이현[9]은 RFID 환경에서 발생하는 방대한 양의 물류 데이터를 실시간으로 처리하고 서비스하기 위한 시스템을 구현하였다. 물류 데이터 저장을 위한 기본 저장소인 raw 데이터 저장소는 키/값 쌍의 데이터 관리하는 B++ tree, Recno를 제공하여 물류 데이터의 종류에 따라 특화된 저장구조를 생성할 수 있도록 하였고 물류정보관리 시스템(EPCIS)은 각각의 물류데이터에 특화된 저장소를 통합하고, 질의로 서비스를 받을 수 있도록 하였다.

조용철[8]은 통합물류센터의 EPCIS Event 데이터를 중심으로 EPCIS Event 데이터의 총 발생 수에 대한 정량적 모델링 방안을 제시하였다. 이를 통해 EPCIS Event 데이터의 총 발생수를 추정하였다.

3. EPCIS Repository 효율화 방안

EPCIS 시스템의 구성요소 중 동시에 수많은 RFID 단말기로부터 입력되는 대용량의 EPCIS Event 데이터를 지속적으로 저장하고 관리하는 EPCIS Repository를 중심으로 효율화 방안을 연구하였다.

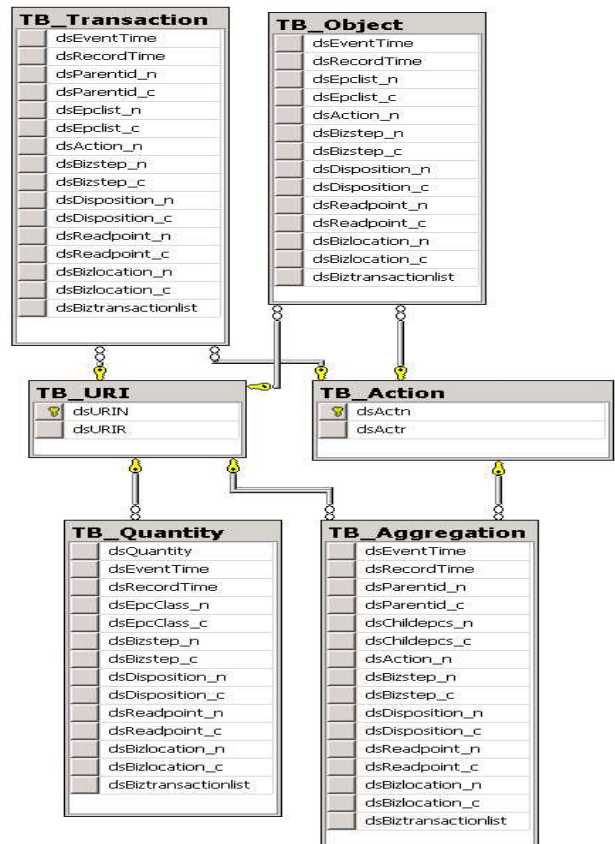
우선 EPCIS Standard v1.01에 규정된 EPCIS Event 데이터를 Object, Aggregation, Quantity, Transaction 등 4개의 테이블에 저장하는 Schema 1을 [그림 1]와 같이 구성하였다. Schema 1은 4개의 주 테이블로 구성되었다.

EPCIS Event가 발생하여 저장할 때 EPC를 R(예: urn:epc:id:sgtin)와 C(예: 0037000.030241.1234567)부분으로 나누어서 R부분을 TB_URI 테이블에 저장한다.

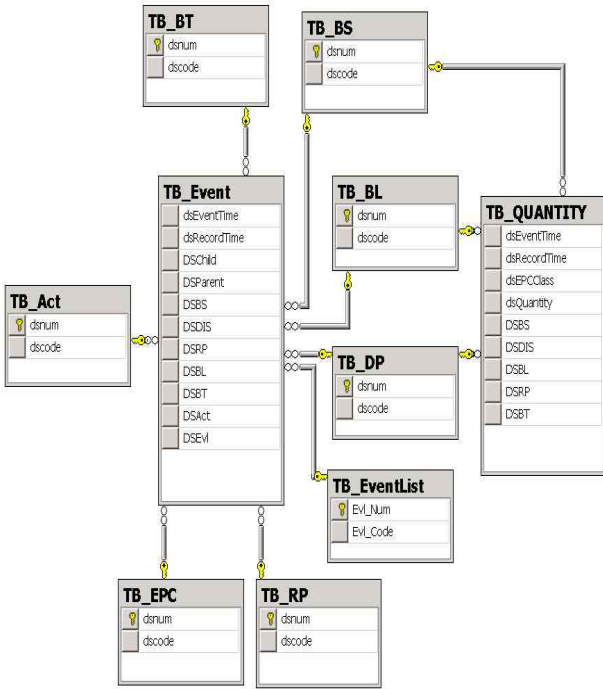
EPC 코드를 Object, Aggregation, Quantity, Transaction 4개의 테이블에 저장할 때 R(예: urn:epc:id:sgtin)을 저장한 TB_URI 테이블에서 dsURIR에 해당하는 ID 값만 필드 값으로 저장하여 데이터베이스 용량을 줄인다.

마찬가지로 TB_Action 테이블의 ID 값을 Action 필드 값으로 저장한다. 이렇게 저장한 action, bizstep, disposition, readpoint, bizlocation, biztransaction 필드가 4개의 테이블에 중복되어 저장된다.

Schema 2는 주 테이블 2개, 참조 테이블 8개로 구성되었다. 각 Event가 발생하면 먼저 TB_EPC 테이블에 EPC가 등록된다.



[그림 1] Schema 1의 Diagram



[그림 2] Schema 2의 Diagram

TB_Event 테이블은 시간 정보 이외에 각 Event가 어느 곳에서 발생하였는지를 구분하기 위하여 action, bizstep, disposition, readpoint, bizlocation, biztransaction 정보가 같이 한 개 테이블에 저장되도록 하였다. 이러한 action, bizstep, disposition, readpoint, bizlocation, biztransaction 정보는 TB_EventList, TB_Act, TB_BS, TB_RP, TB_DP, TB_BL, TB_BT의 테이블을 추가하여 각 EPCIS Events 중 해당하는 데이터를 각 Event 필드에 직접 저장하는 대신, 그에 해당하는 TB_EventList, TB_Act, TB_BS, TB_RP, TB_DP, TB_BL, TB_BT 테이블의 ID 값을 TB_Event의 필드 값으로 저장하였다. 그리고 TB_QT 테이블을 추가하여 발생하는 EPC의 Quantity를 저장하도록 하였다. 이렇게 함으로써 Schema 1에서 중복되어 저장되는 데이터를 한 개의 테이블(TB_Event)에 저장하였다.

Schema 3은 주 테이블 2개, 참조테이블 9개로 구성되었다. Schema 2와 마찬가지로 각 Event가 발생하면 먼저 TB_EPC 테이블에 EPC가 등록된다. TB_Event 테이블은 시간 정보 이외에 각 Event가 어느 곳에서 발생하였는지를 구분하기 위하여 bizstep, disposition, readpoint, bizlocation, biztransaction 정보가 같이 한 개 테이블에 저장되도록 하였다. 이러한 bizstep, disposition, readpoint, bizlocation, biztransaction 정보는 TB_BIZSTEP, TB_READPOINT, TB_DISPOSITION, TB_BIZLOCATION, TB_BIZTRANSACTION의 테이블을 추가하여 각 EPCIS Event 중 해당하는 데이터를 각 Event 필드에 직접 저장하는 대신, 그에 해당하는 TB_BIZSTEP, TB_READPOINT, TB_DISPOSITION, TB_BIZLOCATION, TB_BIZTRANSACTION

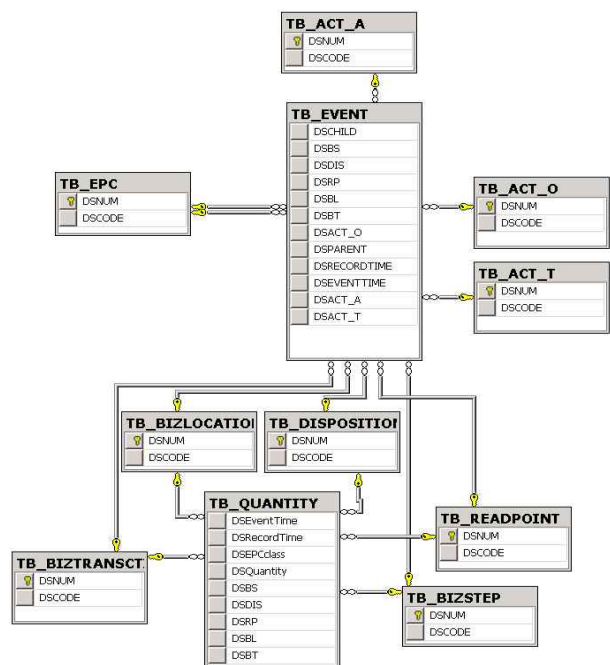
테이블의 ID 값을 TB_Event의 필드 값으로 저장하였다. 그리고 TB_QT 테이블을 추가하여 발생하는 EPC의 Quantity를 저장하도록 하였다. 또한 action을 TB_ACT_A, TB_ACT_O, TB_ACT_T 3개 테이블로 나누어 한 개 테이블에 Aggregation, Transaction, Object Event Data가 저장되도록 하여 Schema 2에서의 각기 다른 Event 데이터를 모은 EventList 테이블을 Event 테이블에 DSACT 필드와 병합하여 결과적으로 3개의 레코드를 1개의 레코드로 줄였다.

4. 시뮬레이션을 통한 효율화 검증

3장에서 EPCIS 효율화 방안으로 제시한 Schema 2, 3을 실제로 적용하기 위해 시뮬레이션 검증을 통해 제안한 3가지 Schema의 데이터베이스에 데이터를 저장하여 저장된 데이터의 크기와 저장시간을 비교·분석하였다. 분석된 결과를 바탕으로 EPCIS Event 데이터의 특성을 고려한 효율적인 스키마를 제시하고자 한다.

시뮬레이션은 하루 동안에 총 4시간 반 동안 10곳의 리딩포인트에서 팔레트 1개에 박스 20개가 위치하고, 박스 1개에 아이템 30개가 위치하여 300초에 한번 씩 이벤트가 발생한다. 그리하여 총 270,540개의 EPC 데이터가 저장된다. 프로그램은 Visual Basic 6.0으로 구현하였고, 데이터베이스는 Altibase Hybrid DBMS를 사용하였다.

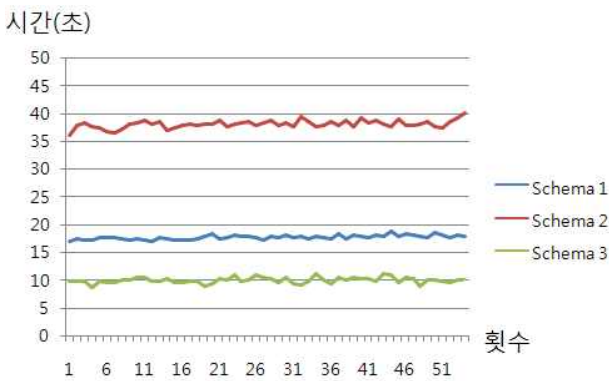
시뮬레이션은 제안한 3가지 Schema에 EPC 데이터를 한 번에 5,010개씩 연속 54회 insert하여 Altibase DB에 저장하고 시뮬레이션의 시작시간과 종료시간을 화면으로 출력하여 저장시간과 저장용량을 비교하였다.



[그림 3] Schema 3의 Diagram

<표 2> Event Data 저장용량 비교

테이블 명	최적화된 데이터베이스에서 Data크기(단위: KB)		
	Schema 1	Schema 2	Schema 3
TB_Object	68,736		
TB_Quantity	1,952	683	683
TB_Aggregation	78,208		
TB_Transaction	78,208		
TB_Event		63,408	21,136
합계	227,104	63,091	21,819



[그림 4] Event Data 저장시간 비교

시뮬레이션 수행 결과 EPCIS 규격에 따른 Event Data 의 총 크기는 227,104KB이고 3개 Schema 중에서 용량이 가장 많았다. Schema 1에서 중복되어 저장되는 데이터를 한 개 테이블에 저장한 Schema 2의 Event Data의 총 크기는 63,091KB로서 Schema 1에 비해서 용량이 72.2% 줄었다. Schema2에 비해 레코드 3개를 1개로 줄인 Schema 3의 Event Data의 총 크기는 21,819KB로 Schema 2에 비해서 65.4% 줄었다는 것을 확인하였다. 결과에서 확인할 수 있듯이, Schema 3의 Event Data 총 크기가 가장 적고 원래의 EPCIS 규격에 따른 Schema 1에 비해 용량이 90.4 % 줄었다.

저장시간을 비교해보면 Schema 1의 저장시간이 평균 17.664s, Schema 2의 저장시간은 평균 38.008s, Schema 3의 평균시간은 평균 9.227s이다. 결과에서 확인할 수 있듯이 Schema 2의 저장시간은 Schema 1의 약 2.1배로서 시간이 제일 많이 걸렸고 Schema 3의 저장시간은 Schema 1에 비해서 75.7% 줄어들어 시간이 제일 적게 걸렸다.

위의 결과를 바탕으로 Schema 2는 Schema 1에 비해 저장용량은 감소하였으나 저장시간은 많이 증가하였고 Schema 3이 3개 Schema 중에서 용량이 제일 적고 시간도 가장 적게 들었다. 그러므로 저장용량과 시간의 Trade-off 관계를 비교해볼 때 용량과 속도 측면에서 모두 만족할 만한 결과를 얻은 Schema 3을 사용

하여 EPCIS Repository를 구축하는 것이 좋다는 결론을 얻을 수 있었다.

5. 결론

본 논문에서는 EPCIS Event 데이터를 저장하는 EPCIS Repository를 구축할 때 EPCIS Event 데이터의 특성을 파악하여 3가지 Schema로 구성을 하였다. 제안한 3가지 Schema를 이용하여 EPCIS Event를 디스크 기반의 데이터베이스(DRDBMS)와 메인메모리 기반의 데이터베이스(MMDBMS)를 혼용하는 Hybrid방식의 Altibase DB에 저장하여 용량과 저장시간 측면에서 Schema 별 수행능력을 비교하였다. 이를 통해 대용량의 데이터 처리 및 데이터의 신속한 처리를 담당하는 EPCIS Repository를 효율적으로 구성·관리할 수 있는 방안을 제시하였고, 시뮬레이션을 통하여 그 효율성을 검증하였다.

향후 연구과제로는 Hybrid DBMS를 더욱 효율적으로 활용하기 위한 외부 어플리케이션의 질의 빈도에 따라 동적인 데이터와 정적인 데이터를 구분하여 디스크 영역과 메모리 영역으로 나누어서 저장하는 방안에 대한 연구에 중점을 두고 현업의 업무 프로세스를 기반으로 한 최적화 연구가 필요할 것으로 보인다.

6. 참고 문헌

- [1] 김진승, “스트림 데이터 관리자를 이용한 EPCIS에서의 효율적인 대용량 데이터 처리”, 경희대학교 석사학위논문, 2007.
- [2] 안재명, 이종태, 오해석, (주)리테일테크 기술연구소 공저, “EPCglobal Network 기반의 RFID 기술 및 활용”, 글로벌, 2007. 2.
- [3] 알티베이스 (<http://www.altibase.com>)
- [4] 이정택, “EPCglobal Network 내 물류 정보통합 검색을 위한 온톨로지 기반 검색 시스템의 설계와 구현”, 부산대학교 박사학위논문, 2009.
- [5] 이승주, “RFID 데이터 질의 처리를 위한 EPCIS 시스템의 설계 및 구현”, 부산대학교 석사학위논문, 2007.
- [6] 이종석, “SCM의 가시성 확보를 위한 EPC global Network 구현에 관한 연구”, 인하대학교 박사학위논문, 2010.
- [7] 이종석, 이태운, 박설화, 다단, 이창호, “EPCIS Event 데이터 모델링과 시뮬레이션 검증 연구“, 대한안전경영과학회지, 2009.06
- [8] 조용철, “RFID기반의 통합물류센터를 위한 효율적인 EPCIS Repository 구축에 관한 연구”, 인하대학교 박사학위논문, 2009.
- [9] 조이현, “RFID기반의 통합물류센터를 위한 효율적인 EPCIS의 설계 및 구현”, 부산대학교 석사학위논문, 2007.

저자 소개

박 설 화



중국 연변대학교 경영정보학과 학사 취득. 현재 인하대학교 대학원 산업공학과 석사과정 중.
관심분야: SCM, ERP, RFID 관련 물류관리 시스템 개발, 항공물류 RFID 시스템 개발 등.

주소: 인천시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

조 용 철



인하대학교 산업공학과 공학사, 공학석사 취득. 동 대학원에서 공학박사 취득. 현재 한국항공만연수원 인천연수원 교수로 재직 중.
관심분야: ERP, SCM, 항만물류, RFID, EPCglobal Network

주소: 인천시 중구 항동 7가 1-31 한국항공만연수원 인천연수원

이 두 용



인하대학교 대학원 산업공학과 석사 취득. 현재 인하대학교 대학원 산업공학과 박사과정 중.
관심분야: RFID 관련 물류 관리 시스템 개발, 항공물류 RFID 시스템 개발, SCM, LBS 등

주소: 인천시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

이 희 남



인하대학교 산업공학과 공학사, 공학석사 취득. 동 대학원에서 공학박사 취득. 현재 유한대학교 산업경영공학과 교수로 재직 중.
관심분야: ERP, SCM, 항만물류, RFID, EPCglobal Network

주소: 부천시 소사구 경인로 636 유한대학교 산업경영공학과

송 영 근



인하대학교 산업공학과 공학사 취득. 현재 인하대학교 대학원 산업공학과 석사과정 중.
관심분야: SCM, RFID 관련 물류 관리 시스템 개발, EPCglobal Network 시뮬레이션 등

주소: 인천시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

이 창 호



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

주소: 인천시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

권 대 우



인하대학교 산업공학과 공학사 취득. 현재 인하대학교 대학원 산업공학과 석사과정 중.
관심분야: SCM, RFID 관련 물류 관리 시스템 개발, 항공물류 RFID 시스템 개발, LBS 등

주소: 인천시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과