

EPCIS Event 데이터 크기의 정량적 모델링에 관한 연구

이 창 호* · 조 용 철**

*인하대학교 산업공학과 · **한국항만연수원 인천연수원

A Study on Quantitative Modeling for EPCIS Event Data

Lee Chang-ho* · Jho Yong-chul**

*Department of Industrial Engineering, INHA University

**Korea Port Training Institute Incheon

Abstract

Electronic Product Code Information Services(EPCIS) is an EPCglobal standard for sharing EPC related information between trading partners. EPCIS provides a new important capability to improve efficiency, security, and visibility in the global supply chain. EPCIS data are classified into two categories, master data (static data) and event data (dynamic data). Master data are static and constant for objects, for example, the name and code of product and the manufacturer, etc. Event data refer to things that happen dynamically with the passing of time, for example, the date of manufacture, the period and the route of circulation, the date of storage in warehouse, etc. There are four kinds of event data which are Object Event data, Aggregation Event data, Quantity Event data, and Transaction Event data.

This thesis we propose an event-based data model for EPC Information Service repository in RFID based integrated logistics center. This data model can reduce the data volume and handle well all kinds of entity relationships. From the point of aspect of data quantity, we propose a formula model that can explain how many EPCIS events data are created per one business activity. Using this formula model, we can estimate the size of EPCIS events data of RFID based integrated logistics center for a one day under the assumed scenario.

Keywords : RFID, EPCIS Event data, Quantitative Modeling, Integrated Logistics Center

1. 서 론

EPCglobal Network는 가입자간의 RFID tag에 기록된 화물의 EPC(Electronic Product Code) 데이터, 인식 시점, 인식 장소 등의 정보를 교환하며, 이러한 정보 교환을 위해 EPCIS(EPC Information Services) 시스템이 EPCglobal Network를 주요 서비스 영역과 EPCglobal 가입자별 내부 정보를 처리하는 역할을 정의해 놓은 EPCglobal Network Framework의 구성요소 중 핵심 부분이 된다.[4].

이러한 EPCIS 시스템은 Master 데이터와 Event 데

이터의 구성 요소를 통해 의미상 두 가지 형태의 정보를 제공하는데, 첫 번째로는 정적정보로서, 객체의 고유한 성격에 대한 데이터이다. 이는 변경되지 않는 클래스 레벨의 정보와 객체마다 변경되는 인스턴스 레벨의 정보에 해당하며, 이를 통해 객체의 동질성과 동시에 유일성을 제공할 수 있다. 두 번째로는 동적정보로서, 상품의 공급망상의 위치정보, 입·출고 및 판매정보 등과 같이 객체의 이동과 상태변화에 따라 발생되고 변화하는 데이터로서 시간의 흐름에 따라 대량으로 발생하는 특성을 가졌다[9][13].

† 본 연구는 2009년도 인하대학교 연구비 지원으로 연구되었음.

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

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

2009년 10월 20일접수; 2009년 12월 1일 수정본 접수; 2009년 12월 10일 게재확정

이러한 동적정보에 해당하는 EPCIS Event 데이터는 크게 Object Event Data, Aggregation Event Data, Quantity Event Data, Transaction Event Data 로 구분되며 EPCIS Repository에 저장되고 관리된다.

본 연구에서는 EPCIS Event 데이터를 중심으로 통합 물류센터의 업무단계별 리딩포인트에 따라 Item, 케이스, 파렛트, 이동개체와 같은 단위별로 부착된 RFID Tag를 일괄 인식한다는 가정 하에 EPCIS Event 데이터의 총 발생 수에 대한 정량적 모델링 방안을 제시한다[15][16].

이를 통해 RFID 기반 통합물류센터의 업무단계를 가상 시나리오를 통해 설정하고 제안된 정량적 모델링 방안 에 따른 EPCIS Event 데이터의 총 발생 수를 추정한다.

2. EPC Information Service

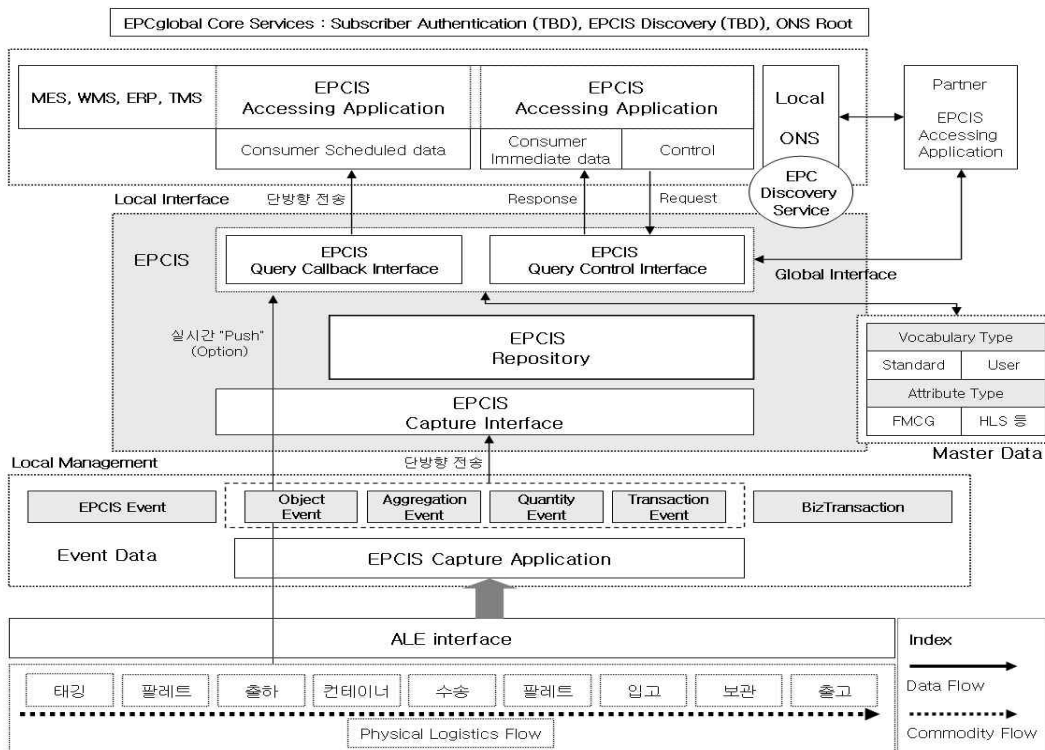
2.1 EPCIS의 개요

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 PML(Physical Mark-up Language) 서버를 대체하는 시스템의 정보 교환 서비스의 핵심 부

분이라고 할 수 있다[4][9].

시스템적으로 EPCIS는 EPCglobal Network에서 게이트웨이 역할을 담당하고, ALE와 같은 미들웨어로부터 RFID tag 이벤트 정보를 받아 상품의 상태 및 추적 정보를 생성하여, 기업 내부의 Legacy 시스템에 전달하고, 미래의 사용을 위해 로컬저장소에 해당하는 EPC Repository에 저장·관리 하는 등, 기업의 EPC 데이터에 대한 정보 취합의 허브역할을 담당한다[11][12][13].

EPCIS를 구성하는 세부적인 모듈들을 살펴보면 [그림 2-1]과 같이 크게 EPCIS Capture Application에서 전달되는 EPCIS Event를 수집하는 Capture Operation 모듈의 EPCIS Capture Interface와 EPCIS Capture Interface를 통해 전달되는 EPC Event 데이터를 저장하는 EPCIS Repository 그리고 기업 내부와 거래 업체의 EPCIS Accessing Applications의 요구에 따라 EPCIS Repository에 저장되어진 EPCIS Event 데이터를 검색하여 전송 해 주는 Query Operation 모듈의 EPCIS Query Interface로 구분 할 수 있다[9]. 이 중 EPCIS Query Interface는 질의 요청 시 즉시 결과를 얻어가는 'on-demand', 'synchronous' 모드와 주기적으로 질의를 예약하여 결과를 얻어가는 'standing request', 'asynchronous' 모드로 구분된다[9][10].



[그림 2-1] EPCIS의 구성 및 데이터의 흐름도

2.2 EPCIS의 데이터 모델링

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

Event 데이터와 Master 데이터의 구성 요소를 살펴보면, 우선 Event 데이터란 Event의 집합을 의미 한다. 여기서 Event란 하나의 Event type과 하나 이상의 명명된 Event field로 된 구성요소를 갖는다. EPCIS는 기술적으로 한번 만들어진 Event 데이터를 삭제하거나 수정하지 못하고, 대신 그 Event 데이터를 무효화하는 다른 Event 데이터를 발생시킬 수 있도록 되어있다. 이에 비해 Master 데이터는 시간이 많이 지나면 변경될 수 있지만 과거 값은 보관하지 않는다. Master 데이터는 Master Data Vocabularies와 Master Data Attributes로 구분되는데, Master Data Vocabulary는 변수 이름으로서, Event Field내에 표시되고 location name이나 business process step name 등을 표현한다[9][14].

EPCIS는 Event 데이터와 Master 데이터의 구성 요소를 통해 의미상 두 가지 형태의 정보를 제공하는데, 첫 번째로는 정적정보로서, 객체의 고유한 성격에 대한 데이터이다. 이는 변경되지 않는 클래스 레벨의 정보(예: 상품명, 상품코드, 제조사명 등)와 객체마다 변경되는 인스턴스 레벨의 정보(예: 제조일자, 유통기한 등)에 해당하며, 이를 통해 객체의 동질성과 동시에 유일성을 제공할 수 있다.

두 번째로는 동적정보로서, 상품의 공급망상의 위치 정보, 입·출고 및 판매정보 등과 같이 객체의 이동과 상태변화에 따라 성장하고 변화하는 데이터이다.

물리적으로 객체가 이동됨에 따라 서로 다른 이동 거점에 설치된 RFID 시스템으로부터 인식된 RFID tag 정보는 ALE interface를 거쳐 EPCIS Capture Application에 전달된다.

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

- Object Event Data : 특정 시간, 특정 장소에서 특정 business 단계에서 인식된 EPC 데이터.
- Aggregation Event Data : 특정 시간, 특정 장소에서 특정 business 단계의 Parent EPC에 딸린

Child EPC 집합.

- Quantity Event Data : 특정 시간, 특정 장소에서 인식된 EPC 집합에 속하는 수량.
- Transaction Event Data : 어느 business transaction에 속하는 EPC 집합.

이상의 네 가지 이벤트 데이터들을 EPCIS Event 데이터라 하며 EPCIS Event라는 시간정보를 포함하는 Entity와 결합하여 검색될 수 있으며, EPCIS 서버는 이상의 데이터를 기반으로 거래정보를 포함하여 EPC Repository에 저장·관리 한다.

3. EPCIS Event 발생 수의 정량적 모델

앞에서 살펴본 주요 EPCIS Event 데이터인 Object Event Data, Aggregation Event Data, Quantity Event Data, Transaction Event Data 들은 제품의 공급망상의 이동과 상태변화에 따라 생성되고 변화하는 데이터이다. 따라서 시간의 흐름에 따라 계속해서 새로운 Event 데이터들이 생성된다.

또한 각 Event 데이터 구조의 Action 필드 속성 값에 입력하는 데이터 모델의 기술적인 특성으로 인해 한번 만들어진 Event 데이터를 삭제하거나 수정하지 못하고, 대신 그 Event 데이터를 무효화하는 Event 데이터를 발생시킬 수 있도록 되어있다. 따라서 데이터의 크기측면에서 보면 업무와 시간의 흐름에 따라 EPCIS Event 데이터들은 지속적이고, 대량으로 발생하는 특성을 가지고 있다.

따라서, EPCIS Event 데이터 크기를 분석하기 위해서는 우선 각 Event 별 발생수를 정량화 할 수 있는 방법이 필요하다.

본 연구에서는 Object Event, Aggregation Event, Quantity Event, Transaction Event를 중심으로 통합 물류센터의 업무단계별 리딩포인트에 따라 Item, 케이스(Box), 파렛트(운송용기), 이동개체(운송차량, 지게차, AGV, 롤테이너 등)와 같은 단위별로 부착된 RFID Tag를 일괄 인식한다는 가정 하에 EPCIS Event 데이터의 총 발생 수를 정량적으로 모델링하였다[15][16].

단, 각 이동개체별로 실린 파렛트 개수는 동일하고 케이스와 Item에 대해서도 동일하다고 가정하였다.

① RFID Tag 부착 개체

- 이동 개체 : TV_{ij} , $i=1,2, \dots, m$ 업무단계, $j=1,2, \dots, n_i$ 리딩포인트 에서의 운송차량, 지게차, AGV, 롤테이너 등 이동 개체의 수.

- 전체 업무 단계는 m개임을 나타내며, j는 그 업무 단계에서의 j번째 리딩포인트 번호를 나타냄. 각 업무 단계별로 리딩포인트 개수는 달라질j번째 리므로 j=1, 2, ... ,ni로 나타냄.(이하 같음)

예> TV25 = 3 : 업무단계 2의 5번째 리딩포인트에서 이동개체의 수가 3임.

· 파렛트(운송용기) : TPij, i=1,2, ... ,m 업무단계, j=1,2, ... ,ni 리딩포인트에서의 운송용기 수.

예> TP25 = 1 : 업무단계 2의 5번째 리딩포인트에서 운송용기의 수가 1임.

· 케이스(Box) : TBij, i=1,2, ... ,m 업무단계, j=1,2, ... ,ni 리딩포인트에서의 케이스의 수.

예> TB25 = 100 : 업무단계 2의 5번째 리딩포인트에서 케이스(Box)의 수가 100임.

· Item : TIij, i=1,2, ... ,m 업무단계, j=1,2, ... ,ni 리딩포인트에서의 Item의 수.

예> TI25 = 60 : 업무단계 2의 5번째 리딩포인트에서 Item의 수가 60임.

② BTij : i 업무단계 j 리딩포인트에서 Business transaction 정보가 정의된 RFID Tag 부착 개체 정보.

- BTij = 1 : 이동 개체 단위의 Business transaction 정보가 존재.

- BTij = 2 : 파렛트(운송용기) 단위의 Business transaction 정보가 존재.

- BTij = 3 : 케이스(Box) 단위의 Business transaction 정보가 존재.

- BTij = 4 : Item 단위의 Business transaction 정보가 존재.

③ Times(TEij) : i 업무단계의 j 리딩포인트에서 Event 발생 간격 [sec/event]

예> 업무단계 2의 5번째 리딩포인트에서 60초마다 한 번씩 Event가 발생: Times(TE25)= 60.

④ Time(Ti) : i 업무단계의 Event 발생시간 [sec]

예> 업무단계 1은 1 시간동안 진행됨 : Time(T1)= 3600.

⑤ EPCIS(O) : Object Event의 경우에서 생성되는 RFID Tag 부착 개체들의 Object Event Data의 총 발생 수.

· EPCIS(O)=Sum_O(TVij,TPij,TBij,TIij)×Time(Ti)÷

Times(TEij)

- Sum_O(TVij, TPij, TBij, TIij) : i 업무단계의 j 리딩포인트에서 인식되는 RFID Tag 부착 개체 수의 합.

- if TBij ≠ 0 and TIij ≠ 0 경우,

$$EPCIS(O) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} ((TV_{ij} + TP_{ij} + TB_{ij} + (TB_{ij} \times TI_{ij})) \times Time(T_i) \div Times(TE_{ij}))$$

- if TBij ≠ 0 and TIij = 0 경우,

$$EPCIS(O) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} ((TV_{ij} + TP_{ij} + TB_{ij}) \times Time(T_i) \div Times(TE_{ij}))$$

- if TBij = 0 and TIij ≠ 0 경우,

$$EPCIS(O) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} ((TV_{ij} + TP_{ij} + TI_{ij}) \times Time(T_i) \div Times(TE_{ij}))$$

예> i=1 업무단계에서 1 시간동안 j=1 to 5, 즉 5곳의 각 리딩포인트에서 60초에 한번씩, 1대의 지게차에서 1개의 파렛트에 실린 박스 10개에 아이템이 20개씩 포장된 것을 인식 하였을 때 :

$$EPCIS(O) = 5 \times ((1 + 1 + (10 \times 20)) \times 3600 \div 60)$$

⑥ EPCIS(A) : Aggregation Event의 경우에서 생성되는 RFID Tag 부착 개체들의 Aggregation Event Data의 총 발생 수.

- 특정 업무단계별 리딩포인트에서 Aggregation Event 가정시

· EPCIS(A) = Sum_A(TVij, TPij, TBij)×Time(Ti) ÷ Times(TEij)

- Sum_A(TVij, TPij, TBij) : 이동개체와 파렛트, 파렛트와 케이스, 케이스와 Item과 같이 부자관계가 형성된 RFID Tag 부착 개체들의 합.

- if TVij > 0 & TPij > 0 then TVij = TVij others TVij = 0

- if TPij > 0 & TBij > 0 then TPij = TPij others TPij = 0

- if TBij > 0 & TIij > 0 then TBij = TBij others TBij = 0

$$EPCIS(A) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} ((TV_{ij} + TP_{ij} + TB_{ij}) \times Time(T_i) \div Times(TE_{ij}))$$

예> i=1 업무단계에서 1 시간동안 j=1 to 5, 즉 5곳의 각 리딩포인트에서 60초에 한번씩, 1대의 지게차에서 1개의 파렛트에 실린 박스 10개에 아이템이 20개씩 포장된 것을 인식 하였을 때 :

$$EPCIS(A) = 5 \times ((1 + 1 + 10) \times 3600 \div 60)$$

⑦ EPCIS(Q) : Quantity Event의 경우에서 생성되는 RFID Tag 부착 개체들의 Quantity Event Data의 총 발생 수

$$EPCIS(Q) = \sum Q(TV_{ij}, TP_{ij}, TB_{ij}, TI_{ij}) \times Time(T_i) \div Times(TE_{ij})$$

- Sum_Q(TV_{ij}, TP_{ij}, TB_{ij}, TI_{ij}) : i 업무단계의 j 리딩포인트에서 인식되는 RFID Tag 부착 개체의 존재 여부.

- if TV_{ij} > 0, then TV_{ij} = 1, others TV_{ij} = 0
- if TP_{ij} > 0, then TP_{ij} = 1, others TP_{ij} = 0
- if TB_{ij} > 0, then TB_{ij} = 1, others TB_{ij} = 0
- if TI_{ij} > 0, then TI_{ij} = 1, others TI_{ij} = 0

$$EPCIS(Q) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} ((TV_{ij} + TP_{ij} + TB_{ij} + TI_{ij}) \times Time(T_i) \div Times(TE_{ij}))$$

예> i=1 업무단계에서 1 시간동안 j=1 to 5, 즉 5곳의 각 리딩포인트에서 60초에 한번씩, 1대의 지게차에서 1개의 파렛트에 실린 박스 10개에 아이템이 20개씩 포장된 것을 인식 하였을 때 :

$$EPCIS(Q) = 5 \times ((1 + 1 + 1 + 1) \times 3600 \div 60)$$

⑧ EPCIS(T) : Transaction Event의 경우에서 생성되는 RFID Tag 부착 개체들의 Transaction Event Data의 총 발생 수.

- 특정 업무단계별 리딩포인트에서 Business transaction 가정시

$$EPCIS(T) = \sum T(TV_{ij}, TP_{ij}, TB_{ij}, TI_{ij}) \times Time(T_i) \div Times(TE_{ij})$$

- Sum_T(TV_{ij}, TP_{ij}, TB_{ij}, TI_{ij}): 이동개체, 파렛트, 케이스, Item 단위로 사전에 정의된 Business transaction 정보가 존재하는 RFID Tag 부착 개체들의 합.

- if BT_{ij} = 1 then TV_{ij} = 1 others TV_{ij} = 0
- if BT_{ij} = 2 then TP_{ij} = 1 others TP_{ij} = 0
- if BT_{ij} = 3 then TB_{ij} = 1 others TB_{ij} = 0
- if BT_{ij} = 4 then TI_{ij} = 1 others TI_{ij} = 0

$$EPCIS(T) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} ((TV_{ij} + TP_{ij} + TB_{ij} + TI_{ij}) \times Time(T_i) \div Times(TE_{ij}))$$

예> i=1 업무단계에서 1 시간동안 j=1 to 5, 즉 5곳의 각 리딩포인트에서 60초에 한번씩, 1대의 지게차에서 1개의 파렛트에 실린 박스 10개에 아이템이 20개씩 포장된 것을 인식 하였을 때 파렛트 단위의 Business transaction 정보가 존재 :

$$EPCIS(T) = 5 \times ((0 + 1 + 0 + 0) \times 3600 \div 60)$$

⑨ 전체 EPCIS Event 데이터의 총 발생 수 :

$$EPCIS(N) = EPCIS(O) + EPCIS(A) + EPCIS(Q) + EPCIS(T)$$

4. EPCIS Event 데이터 크기 추정

4.1 통합물류센터 EPCIS Event 데이터의 발생 수

이상 3장에서 정리한 정량적 모델에 따라 RFID 기반 통합물류센터의 입고에서 출고까지 각 업무 단계에서 이루어지는 시나리오에 따른 EPCIS Event 데이터의 발생 수를 구해본다. 먼저 RFID 리딩포인트에 해당하는 각 업무단계별 시나리오는 <표 4-1>과 같다.

적용된 시나리오는 국내 유통산업 분야 물류센터들의 운영 중인 업무 프로세스를 기반으로 하여 각 물류센터의 기능을 종합하여 RFID를 적용하였을 경우 적용하여 시나리오를 구상하였다[1][2][3][5].

이상의 시나리오에 따라 각 업무단계별 EPCIS Event 데이터의 발생 수를 요약하면 <표 4-2>와 같다.

각 EPCIS Event를 종합하여 Event의 발생건수를 비교하면 Object Event가 전체 발생건수의 97.8%로서 가장 많은 비중을 차지 한 것을 알 수 있다.

4.2 통합물류센터 EPCIS Event 데이터 크기 추정

1) EPCIS Event 데이터 분류

각 Event별 필드의 수와 필드 속성에 따른 입력 값을 고려하여 각 EPCIS Event 데이터의 크기를 추정한다. 본 연구에서는 ISO 18000-6C Gen2 규격의 SGTIN 96 코드체계를 따르는 EPC에 대한 데이터를 가정하여 각 Event 데이터의 크기를 추정하였다. 또한 SGTIN 96 코드체계 내용 중 헤더, 필터, 파티션 값의 크기에 대해서는 고려하지 않았다[6].

먼저, 각 EPCIS Event 필드의 구성에 따라 필드의 입력 값을 EPCglobal Data Standard Version 1.4를 적용하여 결정하고, <표 4-3>와 같이 Event 별 필드 입력 값의 선택적 입력여부에 따라 반드시 필요한 필드만을 입력했을 때와 필수항목과 선택항목을 포함한 모든 필드에 데이터를 입력했을 때를 구분해서 Event 데이터의 크기를 추정하고자 한다. <표 4-3>에서 'R'은 반드시 필요한 데이터, 'O'는 선택적으로 추가할 수 있는 데이터, 'N'은 Event의 해당필드가 없음을 의미한다[9].

<표 4-1> RFID기반 통합물류센터 업무단계별 시나리오

Reading Point	시나리오
입고 Dock Door (10개의 입고 Gate)	- 1~8번 입고 Gate : 8곳의 리딩포인트, 60초에 한 번씩 인식, 1개의 파렛트 [*100개의 케이스(*60개의 Item)], 지게차 한 대로 이동, 파렛트 단위의 Business transaction 정보(입고자동검수) - 9~10번 입고 Gate : 적용시간: 2곳의 리딩포인트, 30초에 한 번씩 인식, 1개의 케이스 (*60개의 Item)가 수작업으로 이동, 케이스 단위의 Business transaction 정보(입고자동검수) 4hour/day
입고대기 Zone (컨베이어 포탈)	- 1~8번 Gate 입고대기 존 : 운송용 파렛트 해체, 4곳의 리딩포인트, 5초에 한 번씩 인식, 1개의 케이스(*60개의 Item), 케이스 단위의 Business transaction 정보(입고완료) - 9~10번 Gate 입고대기 존 : 적용시간: 1곳의 리딩포인트, 300초에 한 번씩 인식, 1개의 파렛트 [*50개의 케이스(*60개의 Item)], 지게차 한 대로 이동, 파렛트 단위의 Business transaction 정보가 존재(입고완료) 4hour/day
보관 Zone (2개 구역)	- 1번 보관구역: 케이스단위로 AS/RS에 보관 - 2번 보관구역: 파렛트별로 파렛트 랙에 적치 적용시간: 2명의 재고조사원이 모바일 RFID기기를 이용하여 1초에 한 번씩 1개의 파렛트를 인식 (자동재고조사) 2hour/day
Picking Zone	- Item 단위로 케이스(Box)에서 분리 후 피킹 : 1곳의 리딩포인트, 60초에 한 번씩 인식, 1개의 피킹케이스(*60개의 Item), 케이스 단위의 Business transaction 정보(피킹내역자동검사) - 케이스(Box)단위 피킹 : 1곳의 리딩포인트, 30초에 한 번씩 인식, 1개의 케이스 (*60개의 Item), 케이스 단위의 Business transaction 정보 (피킹내역자동검사) - 파렛트별로 보관 랙에서 피킹: 1곳의 리딩포인트, 30초에 한 번씩 인식, 1개의 파렛트 [*50개의 케이스(*60개의 Item)], 스택크레인으로 이동, 파렛트 단위의 Business transaction 정보(피킹내역자동검사) 적용시간: 8hour/day
유통가공 Zone (컨베이어로 이동)	- Item을 소규모 케이스로 포장 후 RF-Tag 부착 1곳의 tag 프린터, 1개의 케이스(*60개의 Item)가 RF-Tag 부착, 60초에 한 번씩 인식, 케이스 단위의 Business transaction 정보(가공내역자동검사) - 케이스 단위의 제품을 배송지별 요구에 맞게 파렛트 재작업 적용시간: 2곳의 리딩포인트, 60초에 한 번씩 인식, 1개의 파렛트 [*50개의 케이스(*60개의 Item)], 파렛트 단위의 Business transaction 정보(가공내역자동검사) 8hour/day
분류 Zone	- 권역별 지역별로 케이스(Box) 분류: 1곳의 리딩포인트, 5초에 한 번씩 인식, 1개의 케이스(*60개의 Item) 인식 후 분류. 적용시간: 8hour/day
포장 Zone	- 컨베이어로 이동된 케이스(Box)별로 운송용 파렛트에 재작업: 2곳의 리딩포인트, 500초에 한 번씩 인식, 1개의 파렛트 [*100개의 케이스(*60개의 Item)], 파렛트 단위의 Business transaction 정보(포장내역자동검사) 적용시간: 8hour/day
출고 Dock Door (10개의 출고 Gate)	- 1~8번 출고 Gate : 8곳의 리딩포인트, 60초에 한 번씩 인식, 1개의 파렛트 [*100개의 케이스(*60개의 Item)]가 지게차 한 대로 이동, 파렛트 단위의 Business transaction 정보(출고자동검사) - 9~10번 출고 Gate : 적용시간: 2곳의 리딩포인트, 30초에 한 번씩 인식, 1개의 케이스 (*60개의 Item)가 수작업으로 이동, 케이스 단위의 Business transaction 정보(출고자동검사) 4hour/day

<표 4-2> 업무단계별 EPCIS Event 데이터의 총 발생 수

구분	EPC(O)	EPC(A)	EPC(Q)	EPC(T)	EPC(N)
입고1	11,715,840	195,840	7,680	1,920	11,921,280
입고2	58,560	960	1,920	960	62,400
대기1	725,760	34,560	46,080	11,520	817,920
대기2	146,496	2,496	192	48	149,232
보관	14,400	14,400	14,400	14,400	57,600
피킹1	29,280	480	960	480	31,200
피킹2	58,560	960	1,920	960	62,400
피킹3	2,928,960	48,960	2,880	960	2,981,760
가공1	29,280	480	960	480	31,200
가공2	2,928,960	48,960	2,880	960	2,981,760
분류	357,120	11,520	17,280		391,680
포장	702,835	11,635	346	115	714,931
출고1	11,715,840	195,840	7,680	1,920	11,921,280
출고2	58,560	960	1,920	960	62,400
총합계	31,470,451	568,051	107,098	35,683	32,187,043

<표 4-3> EPCIS Event에서 사용되는 필드

Field \ Event	Object Event	Aggregation Event	Quantity Event	Transaction Event
action	R	R	N	R
bizLocation	O	O	O	O
bizStep	O	O	O	O
bizTrnsaction List	O	O	O	R
childEPCs	N	R	N	N
disposition	O	O	N	O
epcClass	N	N	R	N
epcList	R	N	N	R
eventTime	R	R	R	R
parentID	N	R	N	O
quantity	N	N	R	N
readPoint	O	O	O	O

* R = 필수, O = 선택, N = 필요 없음.

본 연구에서는 반드시 필요한 필드의 입력 크기는 최대값을 지정하는 것을 원칙으로 하고, 다른 필드의 경우 입력 값이 가변적인 경우를 고려하여 최소 입력 값을 원칙으로 결정한다. 또한 입력되는 값은 위 내용에 근거한 예시 값으로서 입력 내용에 따라 차이가 있을 수 있으며, 입력데이터의 크기 계산은 1Digit를 1Byte로 간주하였을 때의 값으로 추정하였다.

2) 이벤트별 데이터 크기 추정

Object Event Data는 반드시 필요한 정보만을 입력 하였을 때 하나의 Event에 대해 76Bytes 정도의 데이터 크기를 갖고, 모든 필드에 정보를 입력하였을 때에는 하나의 Event에 대해 265Bytes 정도의 데이터 크기를 갖는다. 산출된 각각의 업무단계의 Object Event 발

생 수의 총합인 EPCIS(O)의 값 31,470,451건에 위 두 가지 경우의 데이터 크기에 곱해주면, 반드시 필요한 정보만을 입력하였을 때는 약 2.23GB, 모든 항목의 필드에 정보를 입력하였을 때에는 약 7.77GB의 Object Event Data가 발생될 것으로 추정할 수 있다.

Aggregation Event Data는 반드시 필요한 정보만을 입력하였을 때 하나의 Event에 대해 109Bytes 정도의 데이터 크기를 갖고, 모든 필드에 정보를 입력하였을 때에는 하나의 Event에 대해 298Bytes 정도의 데이터 크기를 갖는다. 산출된 Aggregation Event 발생 수의 총합인 EPCIS(A)의 값 568,051건에 위 두 가지 경우의 데이터 크기에 곱해주면, 반드시 필요한 정보만을 입력하였을 때는 약 59.0MB, 모든 항목의 필드에 정보를 입력하였을 때에는 약 161.4MB의 Aggregation Event Data가 발생될 것으로 추정할 수 있다.

Quantity Event Data는 반드시 필요한 정보만을 입력하였을 때 하나의 Event에 대해 66Bytes 정도의 데이터 크기를 갖고, 모든 필드에 정보를 입력하였을 때에는 하나의 Event에 대해 255Bytes 정도의 데이터 크기를 갖는다. 이때 다른 Event와 달리 수량 정보의 입력 값은 필드 속성이 int형인 숫자 값의 최대 데이터 크기를 가정한다. 산출된 Quantity Event 발생 수의 총합인 EPCIS(Q)의 값 107,098건에 위 두 가지 경우의 데이터 크기에 곱해주면, 반드시 필요한 정보만을 입력하였을 때는 약 6.7MB, 모든 항목의 필드에 정보를 입력하였을 때에는 약 26.0MB의 Quantity Event Data가 발생될 것으로 추정할 수 있다.

Transaction Event Data는 반드시 필요한 정보만을 입력하였을 때 하나의 Event에 대해 110Bytes 정도의 데이터 크기를 갖는다. 반면에 모든 필드에 정보를 입력하였을 때에는 하나의 Event에 대해 305Bytes 정도의 데이터 크기를 갖는다. 따라서 산출된 Transaction Event 발생 수의 총합인 EPCIS(T)의 값 35,683건에 위 두 가지 경우의 데이터 크기에 곱해주면, 반드시 필요한 정보만을 입력하였을 때는 약 3.7MB, 모든 항목의 필드에 정보를 입력하였을 때에는 약 10.4MB의 Quantity Event Data가 발생될 것으로 추정할 수 있다.

3) EPCIS Event 데이터 총 크기

이상의 각 EPCIS Event를 종합하여 Event의 필드속성이 반드시 필요한 경우의 필드속성에 해당하는 입력 값과 모든 필드속성의 입력 값을 입력하였을 때를 비교해서 전체 EPCIS Event 데이터의 크기를 구해보면 <표 4-4>와 같다.

<표 4-4> 전체 EPCIS Event 데이터의 시나리오상 크기 추정량
[단위 : Bytes]

데이터 발생 추정량	전체 항목	필수 항목
EPC(O)	8,339,669,515	2,391,754,276
EPC(A)	169,279,198	61,917,559
EPC(Q)	27,309,990	7,068,468
EPC(T)	10,883,315	3,925,130
EPC(N)	8,547,142,018	2,464,665,433

결과적으로 본 연구에서 제시한 RFID기반 통합물류센터의 하루 동안의 업무 시나리오상 발생하는 EPCIS Event 데이터의 총 크기는 반드시 필요한 정보만을 입력하였을 때에는 약 2.30GB, 모든 항목의 필드에 정보를 입력하였을 때에는 약 7.96GB의 EPCIS Event 데이터가 발생되는 것으로 추정할 수 있다. 또한 가장 많은 비중을 차지하는 EPCIS Event는 발생건수가 가장 큰 Object Event로 데이터의 발생추정량도 전체 발생량의 97.6%로서 가장 많은 비중을 차지한다.

5. 결론

본 연구에서는 최근의 물류환경 변화에서 그 중요성이 더욱 증가되고 있는 RFID기반 통합물류센터의 EPCIS Event 데이터의 모델링 방법과 EPCIS Event 데이터의 총 발생 수에 대한 정량적 모델에 관한 연구를 수행하였다.

EPCIS Event 데이터를 중심으로 RFID기반 통합물류센터의 업무단계별 리딩포인트에 따라 Item, 케이스(Box), 파렛트(운송용기), 이동개체(운송차량, 지게차, AGV, 롤테이너 등)와 같은 단위별로 부착된 RFID Tag를 일괄 인식한다는 가정 하에 EPCIS Event 데이터의 총 발생 수를 정량적 모델링 방안을 제시하고, Object · Aggregation · Quantity · Transaction Event를 중심으로 각 Event별 필드의 수와 필드 속성에 따른 각 Event 데이터의 크기를 추정하였다.

이를 통해 RFID기반 통합물류센터의 하루 동안의 가상업무시나리오를 설정하고 각 업무단계 별로 EPCIS Event 데이터의 총 발생 수와 이에 따른 Event 데이터의 크기를 추정한 결과, EPCIS Event는 발생건수가 가장 큰 Object Event가 데이터의 발생추정량도 전체 발생량의 97.6%로서 가장 많은 비중을 차지 한 것을 알 수 있었다.

추후 연구과제로는 끊임없이 증가하는 EPCIS Repository의 EPCIS Event 데이터의 관리를 효율화 할 수 있는 방안으로 의

부 어플리케이션의 다양한 질의에 대한 응답시간을 분석하고, 이에 대해서 신속하게 응답할 수 있도록 EPCIS Repository를 구축 할 수 있는 방안과 Query Interfaces를 통한 질의 내용의 빈도분석에 따라 EPCIS Event 데이터를 차별적으로 관리 할 수 있는 방안에 대한 연구가 필요할 것이다.

6. 참고 문헌

- [1] 기술표준원, “RFID기술표준 및 실용화 전략 가이드”, 기술표준원, 2006.
- [2] 김성태, 김태석 외 6인 공저, “물류센터의 건설과 운영”, 범한출판사, 2005. 2.
- [3] 남영우, 조용철, 이창호, “인천항 창고업 클러스터화 전략을 통한 통합물류센터 구축에 관한 연구”, 대한 안전경영과학회지, 10권 3호, 2008. 9.
- [4] 안재명, 이종태, 오해석, (주)리테일테크 기술연구소 공저, “EPCglobal Network 기반의 RFID 기술 및 활용”, 글로벌, 2007. 2.
- [5] 한국RFID/USN협회 RFID전문협의회, “RFID 시스템 구축 방법에 관한 연구”, 한국RFID/USN협회 RFID전문협의회, 2007. 10.
- [6] EPCglobal, “EPCglobal Tag Data Standards Version 1.4”, 2008.
- [7] EPCglobal, “EPC Information Services (EPCIS) Version 1.0.1 Specification”, EPCglobal, September 2007.
- [8] EPCglobal, “Pedigree Ratified Standard Version 1.0”, EPCglobal, January 5th, 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] EPCglobal, “The EPCglobal Network: Overview of Design, Benefits, & Security”, EPCglobal, September 2004.
- [13] Goh, E K, “Introduction to EPC Information Services(EPCIS)”, BEA Systems, 27 September 2007.
- [14] Harrison, M., “EPC Information Service - Data Model and Queries”, white paper of Auto-id centre institute, October 2003.
- [15] Hu, Y., S. Sundara, T. Chorma and J. Srinivasan, “Supporting rfid-based item tracking applications in oracle DBMS using a bitmap datatype,” In Proc. of VLDB, 2005.
- [16] IDTechEx, “Item Level RFID - Forecasts 2006-2016, Technology, Standards”, IDTechEx, 2007.

저자 소개

이창호



인하대학교 산업공학과에서 학사 취득. 한국과학기술원에서 산업공학과 석사, 경영과학과 공학박사 취득. 현재 인하대학교 교수로 재직 중.

관심분야 : 물류, RFID, SCM

주소 : 인천광역시 남구 용현동 253, 인하대학교 산업공학과

조용철



한국항공연수원 인천연수원 교수로 재직 중. 인하대학교 산업공학과 공학사, 공학석사 취득. 동대학원에서 공학박사 취득.

관심분야 : ERP, SCM, 항만물류, RFID, EPCglobal Network

주소 : 인천광역시 중구 항동 7가 1-31 한국항공연수원 인천연수원