

# EPC Network 기반 RFID 응용 시스템의 성능 향상을 위한 EPCIS 주소별 그룹 질의 기법

박성진<sup>†</sup> · 김대환<sup>\*\*</sup> · 손민영<sup>\*\*</sup> · 염근혁<sup>\*\*\*</sup>

## 요 약

오늘날 RFID 응용 시스템은 점차 발전되고 물류, 유통, 항만 그리고 제조 등 다양한 산업분야에서 적용되고 있다. RFID 응용 시스템 개발을 위한 국제 표준으로 EPCglobal에서는 EPC Network 아키텍처를 제시하고 있다. EPC Network 아키텍처를 통해 개체의 고유정보(master information) 및 이력정보(event information)를 수집해야 한다. 그러나 개체의 고유정보 및 이력정보를 저장하고 있는 EPCIS의 경우는 수집된 EPC와 각 개체가 가지는 이력정보의 수에 의존적으로 통신 횟수가 증가하며, 개별적인 EPC에 대한 처리로 인해 동일한 EPCIS와 여러 번 통신해야 하는 문제점이 존재한다. 이러한 문제점은 EPCIS와의 통신시간의 증가로 인해 RFID 응용 시스템의 성능을 저하 시키게 된다. 따라서 본 논문에서는 EPCIS와의 통신 시간을 감소시키기 위하여 동일한 EPCIS와의 통신을 제거하는 EPCIS 주소별 그룹 질의 기법을 제시한다. 또한, 본 논문에서 제시한 기법을 적용하고 실제 EPC Network 환경을 구축하고 다양한 실험을 통하여 효율성을 검증하였으며 EPCIS의 통신 시간이 최대 99% 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

키워드 : EPC Network, EPCIS, RFID 응용 시스템

## The method of grouping query based on EPCIS to improve the RFID application performance in EPC Network

Sungjin Park<sup>†</sup> · Daehwan Kim<sup>\*\*</sup> · Minyoung Son<sup>\*\*</sup> · Keunhyuk Yeom<sup>\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

These days RFID application has been developed rapidly. It has been applied to many business areas such as logistics and supply chains. The Electronic Product Code (EPC) Network Architecture, an open global standard, is proposed by EPCglobal for developing RFID enabled systems. People who want to obtain the product information which are master information and event information have to apply with EPC Network Architecture. However, EPCIS which has master information and event information has to be accessed base on each EPC. Therefore, there is lots of duplicate accessing to EPCIS because RFID application has to access the same EPCIS over again which makes all performance down in EPC Network. This paper proposes how to reduce access times to EPCIS using EPC grouping based on EPCIS address. We build EPC Network environment to experiment about performance of RFID application system and we prove the improvement of EPC Network. Our result shows the reducing the EPCIS communication time by maximum 99 percentages.

Keywords : EPC Network, EPCIS, RFID Application

## 1. 서 론

Radio Frequency Identification(RFID)는 라디오 주파수를 사용하여 사람 또는 사물을 인식하고 확인하는 기술에 대한 일반적인 용어이다[1]. RFID 기술은 한 번에 여러 개의 태

그를 인식할 수 있을 뿐 아니라 메모리를 통해 저장된 많은 정보를 인식할 수 있어 물류, 유통 및 유틸리티 등 다양한 분야에서 RFID 기술을 도입하고 있으며, EPCglobal에서는 EPC Network 이라는 국제 표준 RFID 기술 규격을 제시하고 있다[2-7].

EPC Network 아키텍처는 EPC 태그, RFID 리더, RFID 미들웨어인 ALE(Application Level Event), ONS(Object Naming Service), EPCIS DS(EPCIS Discovery Service), EPCIS(EPC Information Service)로 구성되며, RFID 태그가 부착된 개체의 고유정보 및 이력정보를 획득할 수 있는 아키텍처를 제시한다[8-11].

※ 이 논문은 2010년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임(지역 거점연구단육성사업/차세대물류IT기술연구사업단).

† 정 회 원 : 한미IT 파관연구센터 연구원

\*\* 준 회 원 : 부산대학교 컴퓨터공학과 석사과정

\*\*\* 정 회 원 : 부산대학교 정보컴퓨터공학부 교수(교신저자)

논문접수 : 2010년 9월 1일

수정일 : 1차 2010년 11월 3일

심사완료 : 2010년 12월 6일

그러나 EPC Network 아키텍처 기반 RFID 응용 시스템은 EPC Network 아키텍처 구성요소들과의 통신을 통해 정보를 획득하여야 하므로 EPC Network 아키텍처 구성요소와의 통신 횟수에 따라 성능에 많은 영향을 받게 된다. 특히, EPCIS는 개체의 고유정보와 이력정보를 보유하고 있어 가장 높은 통신 빈도수를 가지게 된다. EPCIS와의 통신은 ALE로부터 수신된 하나의 ECRReport에 포함된 EPC의 개별적인 처리로 인해 동일한 EPCIS와 여러 번 통신이 이루어진다. 이러한 특성으로 인해 ALE로부터 수신된 하나의 ECRReport에 포함된 EPC의 수에 따라 EPCIS와의 통신 횟수가 증가하는 문제점이 존재하여 이에 따라 EPC Network 기반 RFID 응용 시스템의 처리 시간이 증가하는 문제점이 발생하게 된다.

이를 해결하기 위해 EPCIS 질의 속도를 개선하고자 하는 연구는 존재하지만 질의 횟수를 줄이기 위한 연구는 되지 않은 실정이다. 따라서 동일한 EPCIS와의 통신을 제거하는 EPCIS 주소별 그룹 질의 기법을 제시하며, 실제 EPC Network 환경을 구축하여 실험을 통해 RFID 응용 시스템의 성능이 향상됨을 검증하고자 한다.

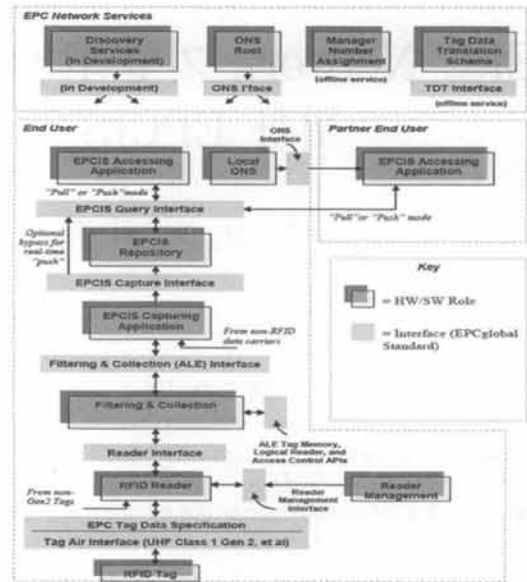
본 논문의 전체적인 흐름은 다음과 같다. 2장에서는 본 연구와 관련된 내용인 EPC Network 아키텍처를 살펴보고 EPC Network 아키텍처 기반의 RFID 응용 시스템 개발을 효율적으로 해주는 비즈니스 인식 프레임워크(Business Aware Framework : BizAF)에 대하여 살펴본다. 3장에서는 EPCIS 주소별 그룹 질의 방법을 제시하며 이론적 성능 향상 기대치를 분석한다. 4장에서는 EPCIS 주소별 그룹 질의 방법을 적용한 비즈니스 인식 프레임워크의 확장 설계 및 구현에 대하여 설명한다. 5장에서는 실제 EPC Network 환경을 구축하고 다양한 실험을 통하여 본 논문에서 제시한 EPCIS 주소별 그룹 질의 방법에 대하여 평가를 수행한다. 마지막으로 6장에서는 본 논문의 결론과 기여에 대하여 설명하고 향후 개선 점과 연구 방향에 대하여 제시한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 EPC Network 아키텍처

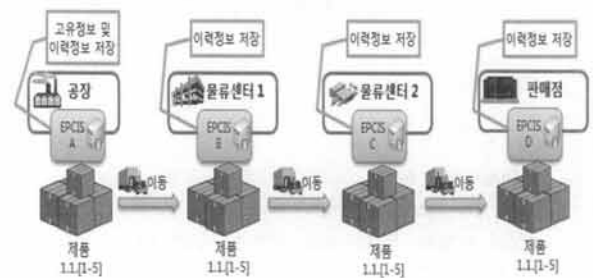
(그림 1)은 EPC Network 아키텍처를 나타낸다. EPC Network 아키텍처를 살펴보면, RFID 리더는 RFID 태그를 통하여 EPC를 인식한다. RFID 미들웨어는 RFID 리더로부터 읽혀진 EPC 정보를 수집하여 중복된 EPC를 필터링 한 후 이를 EPCIS 캡처링 어플리케이션에 전달한다. EPCIS 캡처링 어플리케이션은 EPC 정보를 도메인에 따라 달라질 수 있는 비즈니스적인 요소와 결합하여 가공한 후 EPCIS 저장소에 EPCIS 이벤트의 형태로 전달한다. EPCIS 액세스싱 어플리케이션은 ONS 및 Discover Services를 통하여 EPCIS URI(Uniform Resource Identifier)를 획득한 후 EPCIS에 질의하여 EPC와 관련된 고유정보 및 이력정보를 획득한다.

예를 들어 (그림 2)와 같은 물류 흐름을 살펴보면, 제품 5



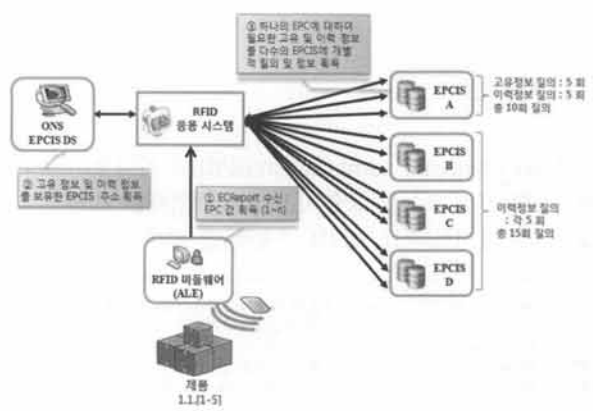
(그림 1) EPC Network 아키텍처[8]

개가 공장에서 생산되어 공장의 EPCIS A에 각 제품의 고유정보 및 이력정보를 저장한다. 제품이 공장에서 물류센터 1과 물류센터2를 지나 판매점으로 이동하게 되면 각각 위치의 EPCIS B, EPCIS C, EPCIS D에 이력정보를 저장한다. 즉, 개별 제품들은 하나의 고유정보와 4개의 이력정보를 가지게 된다.



(그림 2) 제품의 물류 흐름 예제

(그림 3)은 위의 (그림 2)와 같은 물류 흐름에서 RFID 응용 시스템의 정보 획득 과정을 나타낸 것이다.



(그림 3) EPC Network 기반 정보 획득 흐름 예제

(그림 3)을 살펴보면 EPC 값이 1.1.1부터 1.1.5 인 제품 5개가 RFID 리더기를 통해 읽히지면 RFID미들웨어는 RFID 응용 시스템에게 EPC의 수가 5개인 ECRReport를 전달하게 된다. RFID 응용 시스템은 ECRReport가 수신되면 ONS 와 EPCIS DS로부터 고유정보 및 이력정보를 보유하고 있는 EPCIS 주소들을 획득한 후, 각각의 EPCIS에 질의하여 정보를 획득하게 된다. 이와 같은 과정에서 보면 공장의 EPCIS A의 경우는 개별적인 EPC에 대하여 고유정보 및 이력정보 질의를 각각 5회씩 총 10회 질의를 수행하게 된다. 또한, EPCIS B, EPCIS C, EPCIS D는 개별적인 EPC에 해당하는 이력정보 각 5회씩 총 15회의 질의가 수행되며, 총 EPCIS와 25회 질의가 수행되는 것을 확인할 수 있다. 만약 한 번에 수집된 EPC의 수가 100개라면 총 500번 통신을 하게 되고 RFID 응용 시스템의 처리 시간이 증가하는 문제점이 존재한다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 동일한 EPCIS와의 반복적인 통신을 제거하여, RFID응용 시스템의 성능을 향상시키는 것에 초점을 두어 연구를 수행하였다.

## 2.2 비즈니스 인식 프레임워크

비즈니스 인식 프레임워크(BizAF : Business Aware Framework)는 EPC Network 아키텍처 기반으로 RFID 응용 시스템이 요구하는 데이터의 제공을 위한 미들웨어를 제시하고 있다.



(그림 4) 비즈니스 인식 프레임워크 개념도[12]

(그림 4)는 BizAF의 개념도를 나타낸다. BizAF는 RFID 응용 시스템과 RFID 미들웨어 사이에 위치하여 실시간 RFID 이벤트를 기반으로 EPC Network 아키텍처의 여러 구성요소와 상호작용을 전담한다. BizAF는 BESpec (Business Event Specification)을 해석하여 RFID 응용 시스템에 데이터를 전달하는 역할을 하는데 BESpec은 BizAF 사용자에 의해서 기술되며, BizAF가 어떻게, 어떤 순서를 가지고 EPC Network 아키텍처의 여러 구성요소와 통신하여 정보를 획득하고, 이 정보에 비즈니스 룰을 적용하여 비즈니스 이벤트를 생성할지에 대한 정의를 담당한다[12].

BizAF는 RFID 응용 시스템을 개발 시 습득해야 하는 EPC Network 아키텍처의 구성요소들에 대한 통신 규칙과 인터페이스를 습득해야 하는 부담을 줄여 RFID 응용 시스

템의 개발 시간 단축과 유지보수를 용이하게 하는 장점을 가지고 있다. 또한, BizAF는 EPC Network 아키텍처 구성 요소들과 통신을 수행하고 통신을 통해 획득된 정보를 RFID 응용 시스템에 전달해주는 미들웨어 역할을 가져 특정 도메인에 독립적으로 EPC Network 아키텍처 구성요소들과의 통신을 수행한다.

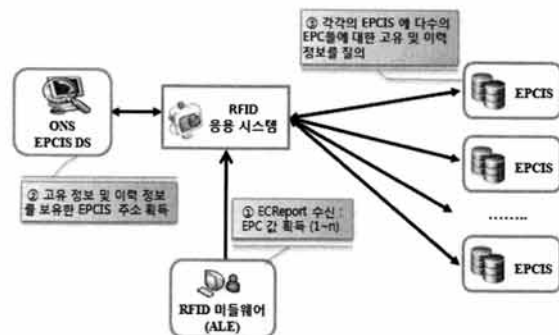
따라서 특정 도메인의 RFID 응용 시스템보다 범용적으로 이용 가능하여 EPC Network 기반 RFID 응용 시스템에서의 정보 획득을 위한 성능 분석에 용이하며, EPC Network 아키텍처 각각의 구성요소들에 대하여 각각의 통신 모듈을 가지고 있어 각각의 구성요소와의 통신 시간을 동일한 모듈에서 획득 가능하므로 실험의 신뢰성을 확보할 수 있다.

하지만 이러한 BizAF역시 기본적인 EPC Network 아키텍처와 같이 EPC Network 아키텍처 구성요소와의 통신 횟수가 증가할수록 RFID 응용 시스템에서 많은 지연을 가지는 데이터를 제공받는 문제점이 존재한다.

본 논문에서는 BizAF를 이용하여 본 논문에서 제시한 EPCIS 주소별 그룹 질의 방법을 적용하였으며, 다양한 실험을 통하여 EPCIS 주소별 그룹 질의 방법에 대하여 검증한다.

## 3. EPCIS 주소별 그룹 질의 기법

### 3.1 기본 개념



(그림 5) EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용한 EPC Network 아키텍처에서의 정보 획득 흐름

본 논문에서는 EPC Network 아키텍처 기반 RFID 응용 시스템의 성능 향상을 위해 기존의 개별 EPC마다 고유정보 및 이력정보를 획득하기 위하여 질의를 수행하였던 EPCIS와의 통신을 EPCIS 주소별로 EPC를 그룹화 하여 동일한 EPCIS에 다수의 EPC에 대한 고유정보 및 이력정보를 질의하는 방법을 제시하고자 한다. (그림 5)는 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용한 EPC Network 아키텍처에서의 정보 획득 흐름을 나타낸 것이다. (그림 5)를 바탕으로 EPCIS주소별로 EPC를 그룹화 하여 질의하는 방식을 살펴보면, RFID 응용 시스템에서 한 차례 ECRReport가 수신되면 수신된 ECRReport를 바탕으로 주어진 EPC 수만큼 ONS와 EPCIS DS를 통하여 고유정보 및 이력정보를 저장하고 있는 EPCIS주소들을 획득한다. 이후 RFID 응용 시스템은 EPC마다 EPCIS질의를

생성하는 것이 아니라, 획득한 EPCIS 주소에 관계되는 EPC를 그룹화 하여 하나의 EPCIS에 다수의 EPC에 대한 고유정보 및 이력정보 획득을 위한 질의를 일괄적으로 생성하고, 질의를 수행 한다.

이와 같은 방법으로 기존에 EPC 수에 의존적으로 증가하던 EPCIS와의 통신 횟수를 ALE를 통해 수신된 ECRReport에 포함된 EPC의 수와 관계없이 주어진 EPC의 정보를 지닌 EPCIS의 수에 의존적인 방법으로 변경하고, 중복된 EPCIS와의 통신을 제거 하는 것이다. 이를 통해 EPC Network 아키텍처 구성요소 중 가장 통신 빈도수가 높은 EPCIS의 통신 횟수를 줄임으로써 EPC Network 아키텍처 기반 RFID 응용 시스템의 처리 시간을 향상 시킬 수 있다.

### 3.2 EPCIS 주소별 그룹 질의 알고리즘

#### 3.2.1 알고리즘 정의

본 절에서는 앞에서 제시한 EPCIS 주소별 그룹 질의의 알고리즘을 의사 코드를 통해 설명한다. <표 1>은 EPCIS 주소별 그룹질의 알고리즘을 나타내는 의사코드 이다.

<표 1> EPCIS 주소별 그룹 질의 알고리즘

```

1: OBTAIN epclist from ALE
2: SET MasterEPCISInfoList MAP<epcisaddress,List<epc>>
3: SET EventEPCISInfoList MAP<epcisaddress,List<epc>>
4: SET MasterDataList MAP<epc,masterdata>
5: SET EventDataList MAP<epc,List<eventdata>>

6: FOR each epc in the epclist
7:   OBTAIN epcisaddress(epc) from ONS
8:   IF epcisaddress exists in MasterEPCISInfoList THEN
9:     add epc to MasterEPCISInfoList(epcisaddress)
10:  ELSE
11:    add epcisaddress and epc to MasterEPCISInfoList
12:  ENDFOR

13: OBTAIN epcisdsaddress(epc) from ONS
14: OBTAIN epcisaddresslist(epc) from EPCIS DS(epcisdsaddress)

15: FOR each epcisaddress in the epcisaddresslist
16:   IF epcisaddress exists in EventEPCISInfoList THEN
17:     add epc to EventEPCISInfoList(epcisaddress)
18:   ELSE
19:     add epcisaddress and epc to EventEPCISInfoList
20:   ENDFOR
21: ENDFOR

23: FOR each epcisaddress in MasterDataEPCISAddressList
24:   generate MasterDataQueryParam
25:   OBTAIN masterdatalist from EPCIS(epcisaddress)
26:   REPEAT
27:     parsing each masterdata based on epc in masterdatalist
28:     add epc and masterdata to MasterDataList
29:   UNTIL (masterdata == null)
30: ENDFOR

31: FOR each epcisaddress in EventDataEPCISAddressList
32:   generate EventDataQueryParam
33:   OBTAIN eventdatalist from EPCIS(epcisaddress)
34:   REPEAT
35:     parsing each eventdata based on epc in eventdatalist
36:     add epc and eventdata to EventDataList
37:   UNTIL (eventdata == null)
38: ENDFOR
    
```

알고리즘을 살펴보면 먼저, ALE로부터 ECRReport를 수신하여 EPC 목록을 획득하게 된다. 알고리즘의 6-22줄은 획득한 EPC 수 만큼 반복하여 ONS와 EPCIS DS를 통해 고유정보 및 이력정보를 가지고 있는 EPCIS의 주소를 획득하게 된다. 획득한 주소를 고유정보를 가지고 있는 EPCIS와 이력정보를 가지고 있는 EPCIS의 주소를 분리하여 각각 MAP<epcisaddress,List<epc>>의 자료구조에 저장을 한다. 알고리즘 23-38줄은 이렇게 저장된 EPCIS의 정보를 바탕으로 EPCIS와 통신하여 고유정보 및 이력정보를 획득하는 일고리즘을 나타낸 것이다.

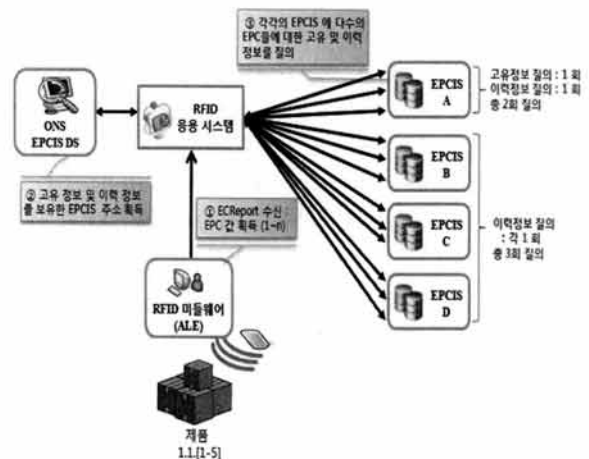
고유정보 및 이력정보 획득 과정은 먼저, 하나의 EPCIS에 다수의 EPC의 질의를 위한 EPCIS Query를 작성하여야 한다. (그림 6)은 다수의 EPC에 대한 질의 예시를 나타내고 있다. 작성된 질의를 바탕으로 EPCIS를 통하여 고유정보 및 이력정보를 획득하게 된다. 이렇게 획득된 정보는 다수의 EPC에 대하여 표현하고 있어 각 EPC 별로 정보를 파싱하여 MAP<epc,masterdata>와 MAP<epc,List<eventdata>>와 같은 자료구조에 저장하게 되며 저장하게 되며 추후 EPC 값을 이용하여 해당 EPC의 고유정보 및 이력정보를 사용하게 된다.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes" ?>
<ns2:queryParams xmlns:ns2="urn:epcglobal:epcis-query"
xmlns:ns3="urn:epcglobal:epcis:xsd:1" xmlns:ns5="http"
xmlns:ns6="urn:epcglobal:epcis-masterdata:xsd:1">
  <param>
    <name>vocabularyName</name>
    <value xsi:type="ns2:ArrayOfString" xmlns:xsi="http:"
    <string>urn:pnuose:epcis:SE_Product</string>
    </value>
  </param>
  <param>
    <name>EQ_name</name>
    <value xsi:type="ns2:ArrayOfString" xmlns:xsi="http:"
    <string>urn:epc:id:gid:999.999.1</string>
    <string>urn:epc:id:gid:999.999.2</string>
    <string>urn:epc:id:gid:999.999.3</string>
    <string>urn:epc:id:gid:999.999.4</string>
    <string>urn:epc:id:gid:999.999.5</string>
    </value>
  </param>
</ns2:queryParams>
    
```

(그림 6) EPC그룹 질의를 위한 EPCIS질의 예제

#### 3.2.2 알고리즘 적용 예



(그림 7) EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용한 정보 획득 예제



(그림 7)은 (그림 2)와 같은 제품 물류 흐름에 따라 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용한 정보 획득 예제이다. (그림 7)을 바탕으로 예를 들어 설명하면 EPC 값이 1.1.1부터 1.1.5 인 제품 5개가 RFID 리더기를 통해 한 번에 읽히지면 RFID미들웨어는 RFID 응용 시스템에게 EPC의 수가 5개인 ECRReport를 전달하게 된다. RFID 응용 시스템은 ECRReport가 수신되면 ONS 와 EPCIS DS로부터 고유정보 및 이력정보를 보유하고 있는 EPCIS 주소들을 획득한 후 EPCIS별로 질의할 EPC를 그룹화 하여 각각의 EPCIS에 질의하여 정보를 획득한다. 이와 같은 과정에서 보면 공장 EPCIS A의 경우는 고유정보 및 이력정보 질의를 각각 1회 총 2회 질의를 수행한다. 또한, EPCIS B, EPCIS C, EPCIS D는 각각 이력정보 1회씩 총 3번의 질의를 수행하게 되며, 총 EPCIS와 5회 질의가 수행되는 것을 확인할 수 있다.

이와 같이 EPCIS 주소별로 그룹화 하여 정보를 획득함으로써 기존 EPC 개수에 의존적이던 통신횟수를 관련 EPCIS 개수만큼 줄여 EPC Network 아키텍처 기반의 RFID 응용 시스템의 성능을 향상 시킬 수 있다.

### 3.3 성능 향상 기대치 분석

본 절에서는 EPCIS 주소별 그룹 질의 알고리즘을 적용하였을 때와 적용하지 않았을 때의 EPCIS 통신 시간을 계산하여 성능 향상 기대치를 분석한다. 성능 향상 분석 기대치는 EPCIS에서 획득 가능한 고유정보와 이력정보를 구분하여 분석하였다.

#### 3.3.1 고유정보 획득시 성능 향상 기대치

EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하지 않았을 경우는 ALE로부터 수신된 ECRReport에 포함된 EPC 수 만큼 EPCIS와 통신을 수행하여 고유정보를 획득한다. 식(1)은 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하지 않았을 때 고유정보 획득을 위한 EPCIS의 통신 시간 계산식으로  $T_{IS\_MD}$ 로 정의하였다. 여기서  $N_{EPC}$ 는 ALE로부터 수신된 하나의 EC Report에 포함된 EPC의 수를 나타내며  $T_{IS}$ 는 정보획득을 위한 EPCIS와의 통신시간을 나타낸다.

$$T_{IS\_MD} = \sum_{n=1}^{N_{EPC}} T_{IS_n} \quad \text{식(1)}$$

EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하였을 경우는 ONS를 통해 획득한 EPCIS의 주소의 수 만큼 EPCIS와 통신을 수행하여 고유정보를 획득한다. 식(2)는 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하였을 때 고유정보 획득을 위한 EPCIS의 통신 시간 계산식으로  $T'_{IS\_MD}$ 로 정의하였다. 여기서  $N_{IS\_MD}$ 는 중복된 EPCIS 주소를 제거한 EPCIS의 수를 나타낸다.

$$T'_{IS\_MD} = \sum_{n=1}^{N_{IS\_MD}} T_{IS_n} \quad \text{식(2)}$$

EPCIS 주소별 그룹질의를 적용하여 고유정보를 획득할 때 성능 향상 기대치는 중복된 EPCIS 주소만큼의 EPCIS와

의 통신 시간이 된다. 식(3)은 중복된 EPCIS의 수로  $N_{D\_IS\_MD}$ 로 정의하였다.

$$N_{D\_IS\_MD} = N_{EPC} - N_{IS\_MD} \quad \text{식(3)}$$

앞에서 제시한 식(1),식(2),식(3)을 이용하여 EPCIS 주소별 그룹질의를 적용하였을 때 성능 향상 기대치 수식을 구할 수 있다. 식(4)는 EPCIS 주소별 그룹질의를 적용하여 고유정보 획득시 성능 향상 기대치이며  $T_{E\_IS\_MD}$ 로 정의하였다. 즉, 식(4)만큼의 통신 시간을 줄일 수 있다.

$$T_{E\_IS\_MD} = \sum_{n=1}^{N_{D\_IS\_MD}} T_{IS_n} \quad \text{식(4)}$$

#### 3.3.2 이력정보 획득시 성능 향상 기대치

EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하지 않았을 경우는 ALE로부터 수신된 ECRReport에서 각각의 EPC가 가지는 이력정보의 수만큼 EPCIS와 통신하여 이력정보를 획득한다. 식(5)는 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하지 않았을 때 통신해야 하는 횟수를 나타내며  $N_{ED}$ 로 정의 하였다. 여기서  $N_{IS\_ED}$ 는 해당 EPC의 이력정보를 보유하고 있는 EPCIS의 수를 나타낸다.

$$N_{ED} = \sum_{n=1}^{N_{EPC}} N_{IS\_ED_n} \quad \text{식(5)}$$

식(6)은 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하지 않았을 때 이력정보 획득을 위한 EPCIS의 통신 시간 계산식으로  $T_{IS\_ED}$ 로 정의하였다.

$$T_{IS\_ED} = \sum_{n=1}^{N_{ED}} T_{IS_n} \quad \text{식(6)}$$

EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하였을 경우는 중복된 EPCIS의 주소를 제거한 수 만큼 EPCIS와의 통신을 수행한다. 식(7)은 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하였을 때 이력정보 획득을 위한 EPCIS의 통신 시간 계산식으로  $T'_{IS\_ED}$ 로 정의하였다. 여기서  $N'_{IS\_ED}$ 는 중복된 EPCIS 주소를 제거한 통신해야하는 EPCIS의 수를 나타낸다.

$$T'_{IS\_ED} = \sum_{n=1}^{N'_{IS\_ED}} T_{IS_n} \quad \text{식(7)}$$

EPCIS 주소별 그룹질의를 적용하여 이력정보를 획득할 때 성능 향상 기대치는 중복된 EPCIS 주소만큼의 EPCIS와의 통신 시간이 된다. 식(8)은 중복된 EPCIS의 수로  $N_{D\_IS\_ED}$ 로 정의하였다.

$$N_{D\_IS\_ED} = N_{ED} - N'_{IS\_ED} \quad \text{식(8)}$$

앞에서 제시한 식(5),식(6),식(7),식(8)을 이용하여 EPCIS 주소별 그룹질의를 적용하였을 때 성능 향상 기대치 수식을 구할 수 있다. 식(9)는 EPCIS 주소별 그룹질의를 적용하여 이력정보 획득시 성능 향상 기대치이며  $T_{E\_IS\_ED}$ 로 정의하였다. 즉, 식(9)만큼의 통신 시간을 줄일 수 있다.

$$T_{E\_IS\_ED} = \sum_{n=1}^{N_{D\_IS\_ED}} T_{IS_n} \quad \text{식(9)}$$

식(4)와 식(9)를 정리해 봄으로써 EPCIS와의 통신 횟수에 따른 성능저하를 예상하고, 개선시킬 수 있는 기대치를 정리할 수 있었다. 또한 이를 이용하여 EPCIS 주소별 그룹질의 시 성능 판단의 주요 기준인 중복 비율을 정리하였다.

### 3.3.3 EPCIS 주소 중복 비율

앞 절에서 제시한 성능 향상 기대치 분석을 살펴보면 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용할 경우 중복되는 EPCIS의 주소가 중복해서 발생하는 정도에 따라서 성능에 많은 영향을 미친다. 따라서 본 논문에서는 EPCIS 주소가 중복해서 발생하는 정도를 EPCIS 주소 중복 비율로 정의하였다.

식(10)은 EPCIS 주소 중복 비율을 나타낸 수식으로  $R_{IS}$ 로 정의하였다.

$$R_{IS} = \frac{N_{D\_IS\_MD} + N_{D\_IS\_ED}}{N_{EPC} + N_{ED}} \times 100(\%) \quad \text{식(10)}$$

식(10)에서  $N_{D\_IS\_MD} + N_{D\_IS\_ED}$ 의 값이 1이 되고 ALE로부터 수집된 ECRReport에 포함된 EPC수가 무한대로 증가하여  $N_{EPC} + N_{ED}$ 의 값이 무한대로 증가하게 되면 중복률  $R_{IS}$ 의 값은 0에 가까워진다. 또한  $N_{D\_IS\_MD} + N_{D\_IS\_ED}$ 의 값과  $N_{EPC} + N_{ED}$ 의 값이 같아지면  $R_{IS}$ 의 값은 100이 된다. 따라서 EPCIS 주소 중복 비율의 범위는 0~100% 구간으로 정의할 수 있다. 4절에서는 이러한 중복 비율을 기준으로 EPCIS 그룹 질의가 얼마나 성능을 향상시키는지 실험하여 확인하였다.

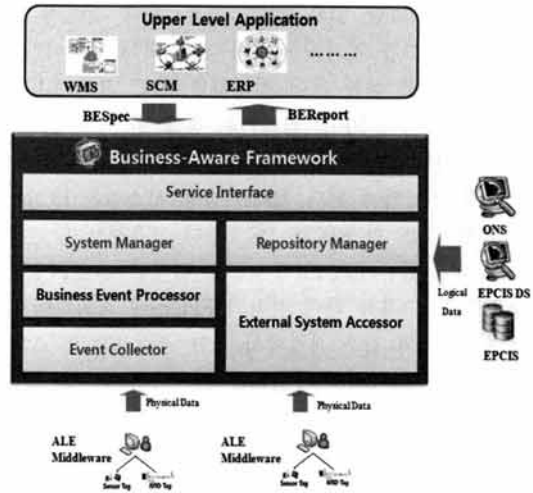
## 4. EPCIS 주소별 그룹 질의 설계 및 구현

### 4.1 EPCIS 주소별 그룹 질의 설계

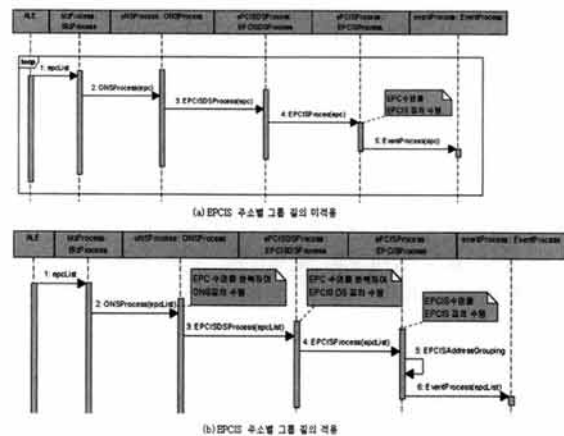
본 논문에서는 3장에서 제시한 EPCIS 주소별 그룹 질의 알고리즘을 적용하여 기존의 비즈니스 인식 프레임워크를 분석하여 설계를 변경하였다. EPCIS 주소별 그룹 질의는 (그림 8)과 같은 비즈니스 인식 프레임워크의 아키텍처[12]에서 BusinessEventProcessor 모듈과 ExternalSystemAccessor의 모듈에 대하여 확장 설계 되었다.

기존의 비즈니스 인식 프레임워크의 ExternalSystemAccessor 모듈은 ALE로부터 수신된 하나의 ECRReport에 포함된 EPC의 목록 중 하나의 EPC에 대해서만 ONS, EPCIS DS와 통신을 수행하여 EPCIS 주소를 획득한다. 획득한 주소를 바탕으로 EPCIS와 통신을 수행하여 고유정보 및 이력정보를 획득하였다. 그러나 본 논문에서 제시한 EPCIS 주소별 그룹 질의 알고리즘을 적용하기 위해서 다수의 EPC에 대하여 ONS, EPCIS DS로부터 획득한 EPCIS 주소들의 목록을 전달하도록 확장 설계 되었다.

BusinessEventProcess 모듈은 비즈니스 인식 프레임워크에 등록된 BESpec을 바탕으로 EPC Network 아키텍처와의



(그림 8) 비즈니스 인식 프레임워크 아키텍처[13]



(그림 9) BusinessEventProcessor 모듈 흐름도

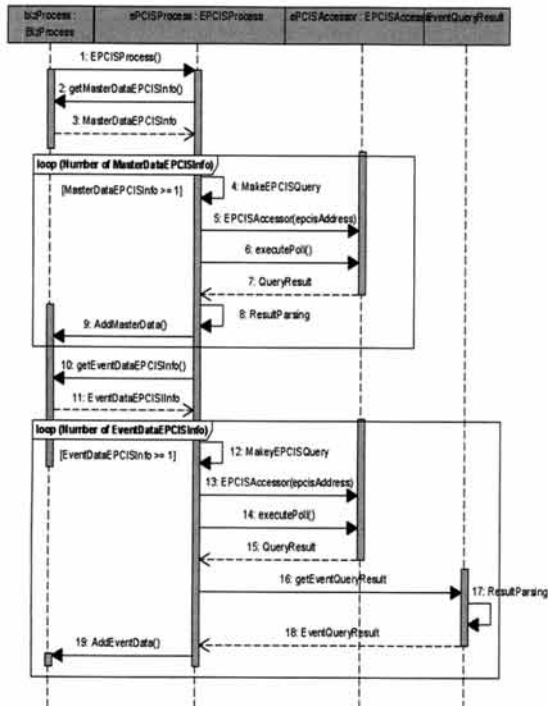
통신을 순차적으로 수행하여 정보를 획득하고 조합하는 역할을 수행한다.

(그림 9)는 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용 하였을 때와 적용하지 않았을 때의 BusinessEventProcessor의 흐름을 나타낸다. (그림 9)를 살펴보면 먼저, EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하지 않았을 경우에는 ECRReport를 수신 받아 해당 epcList를 추출하여 해당 epcList의 수만큼 반복하여 각각의 프로세스(ONSProcess, EPCISDSProcess, EPCISProcess, EventProcess)들을 수행하게 된다. 그러나 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하였을 경우에는 ONSProcess 와 EPCISDS Process는 epcList를 매개변수로 받아 해당 epcList만큼 질의를 수행하며, EPCISProcess는 ONS 및 EPCIS DS를 통해 획득한 EPCIS 주소별로 질의할 EPC를 그룹화하여 EPCIS 수만큼 각각의 EPCIS에 질의를 수행하게 된다. 이를 통해 각각의 프로세스들은 한번만 수행하게 된다.

(그림 10)은 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용한 EPCIS Process모듈의 흐름도를 나타낸다.

(그림 10)을 살펴보면 BizProcess에 고유정보를 저장하고 있는 EPCIS 주소목록을 요청하고 BizProcess 모듈은 EPCISProcess 모듈에 List<EPCIS 주소, List(EPC)>형태의

정보를 전달한다. EPCISProcess 모듈은 이 정보를 바탕으로 EPCIS 주소별로 다수의 EPC를 그룹화하여 질의할 질의문을 생성한다. 이렇게 생성된 질의문을 바탕으로 EPCIS Accessor 모듈을 통하여 EPCIS에 질의를 하고 그 결과를 리턴 받는다. EPCISProcess모듈은 이렇게 전달 받은 질의 결과를 바탕으로 각 EPC별로 결과를 분리 하여 BizProcess 모듈에 저장하게 된다. 이와 같이 3장에서 제시한 EPCIS 주소별 그룹 질의 알고리즘을 적용하여 설계를 변경하였다.



(그림 10) EPCISProcess 모듈 흐름도

#### 4.2 EPCIS 주소별 그룹 질의 구현

EPCIS 주소별 그룹 질의는 앞에서 제시한 설계를 바탕으로 구현되었으며 기존 비즈니스 인식 프레임워크의 개발 환경에 맞추어 Java Development Toolkit(JDK) 1.6.03 기반으로 이클립스를 사용하여 구현되었으며, EPC Network 아키텍처 구성요소와 웹 서비스를 통하여 통신을 하도록 구현되었다. 또한 User Interface는 Swing 기반으로 구현되어 사용자는 Swing 기반 UI를 통하여 비즈니스 인식 프레임워크를 사용할 수 있다.

### 5. 실험 및 결과

#### 5.1 실험 환경

##### 5.1.1 실험 대상 시스템

본 논문에서 사용한 EPC Network 아키텍처의 구성요소들은 EPCglobal 표준인증을 획득한 ALE, EPCIS를 ONS 와 EPCIS DS는 오픈 소스인 ISC BIND[14]를 수정하여 개발한 ONS/DS Manager[15]를 이용하여 실험을 진행하였으며,

비즈니스 인식 프레임워크를 이용하여 EPC Network 아키텍처 구성요소의 통신 시간을 측정하였다. 실험 환경의 구성은 ALE 1대, ONS/DS Manager 1대, EPCIS 4대, 비즈니스 인식 프레임워크 1대를 이용하여 총 7대를 이용하여 실험을 진행하였으며 각 시스템의 사양은 <표 2>와 같다.

<표 2> 실험 대상 시스템 사양

시스템 명	CPU	RAM
ALE	Intel Core2 Quad 2.4GHz	2GB
ONS/DS Manager	Intel Core2 Quad 2.4GHz	2GB
EPCIS_A	Intel Core2 Quad 2.4GHz	2GB
EPCIS_B	Intel Core2 Quad 2.4GHz	1GB
EPCIS_C	Intel Core2 Duo 1.86GHz	1GB
EPCIS_D	Intel Core2 Duo 1.86GHz	2GB
비즈니스 인식 프레임워크	Intel Core2 Quad 2.4GHz	2GB

##### 5.1.2 실험 데이터

본 논문에서는 실험을 위해 사용되는 EPC는 최대 400개로 EPC 값의 범위는 urn:epc:id:gid:999.999.1~urn:epc:id:gid:999.999.400이 된다.

본 논문에서 사용되는 EPCIS의 고유정보는 기본적인 제품 정보인 제조사, 제품명, 제조일, 판매가의 데이터가 저장되어있으며 EPCIS의 이력정보는 EPCIS 표준에서 제시된 Event 예제를 사용하여 작성하였다.

또한, 가장 일반적인 물류 흐름을 정의한 "Generic shipping/receiving model for a simple retail supply chain[16]"을 살펴보면 Manufacturer에서의 발생하는 Shipping Event, Distributor에서 발생하는 Shipping Event, Receiving Event, Retailer에서 발생하는 Receiving Event로 이어지는 흐름에 따라서 발생하는 Event를 근거로 하여 하나의 EPC가 가지는 이력정보의 수를 4로 설정하였으며 따라서 EPCIS의 수도 4개로 정의하였다.

이와 같은 데이터를 바탕으로 EPCIS\_A에 EPC에 대한 고유정보 400개와 이력정보 400개, EPCIS\_B, C, D에 각각 이력정보 400개씩 총 2,000개의 데이터를 생성하여 실험을 진행하였다.

##### 5.1.3 실험 방법

본 논문에서는 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하지 않았을 때 EPC Network 아키텍처 구성요소와의 통신 시간 및 정보 처리 시간과 본 논문에서 제시한 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하였을 때의 EPC Network 아키텍처 구성요소와의 통신 시간 및 정보 처리 시간을 측정하기 위하여 비즈니스 인식 프레임워크를 사용하여 실험을 진행하였다.

실험은 먼저 ALE로부터 수신 받은 하나의 ECRReport에 포함된 EPC수에 따른 통신 시간의 변화량을 측정하기 위하여 EPC의 수를 [1, 10, 100, 200, 300, 400]으로 변경하면서 실험을 진행하였다.

또한, 본 논문에서 제시한 EPCIS 주소별 그룹 질의는

EPCIS 주소 중복 비율 식(10)에 따라 EPCIS의 정보 획득 시간에 영향을 미치므로 EPCIS 주소 중복 비율을 [0%, 25%, 50%, 75%, 100%]로 변경하면서 실험을 진행하였다. 중복률 0%의 경우 EPCIS가 400대가 필요하지만, 실제 구축한 EPCIS는 4대이므로 EPCIS DS에 EPCIS 4대의 가상 주소를 매핑함으로써 이 문제를 해결하였다.

EPC수와 EPCIS 주소 중복 비율에 따라서 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하지 않은 경우와 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용한 총 36개의 경우에 대하여 각각 100번의 반복 실험을 진행하여 평균값을 사용하여 실험결과를 분석하였다.

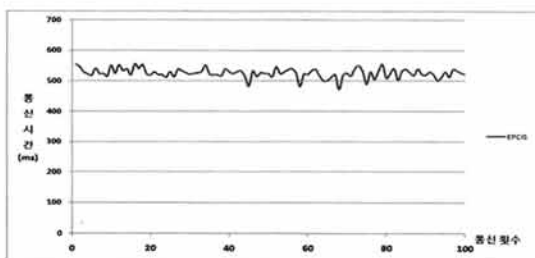
EPCIS 주소 중복 비율의 0%에 대한 실험은 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하였을 때의 처리 흐름이 변경되므로 이에 따른 정보 처리 시간의 변화를 분석하기 위하여 실험을 진행 하였다.

실험을 통하여 EPC Network 아키텍처 각각의 구성요소에 대한 개별적인 통신 시간과 비즈니스 인식 프레임워크에서 ALE로부터 ECRReport를 수신 받은 시간부터 데이터를 가공하는 데 걸리는 시간까지의 총시간을 획득하였으며, 전체 처리 시간에서 EPC Network 아키텍처의 각 구성요소들과의 통신 시간을 제외한 정보 처리시간을 바탕으로 실험결과를 분석하였다.

5.2 실험 결과

5.2.1 EPCIS와의 통신 시간 분석

EPC Network 아키텍처 기반 RFID 응용 시스템은 EPC Network 아키텍처 구성요소와의 통신 시간에 따라 큰 영향을 받게 된다. (그림 11)은 EPC 1개에 대한 질의를 100회에 걸쳐 EPCIS와의 통신한 시간을 그래프로 나타낸 것이다. (그림 11)을 살펴보면 평균 통신 시간은 525ms, 표준편차는 15ms로 나타났으며, 비교적 안정적인 범위 안에서 일정한 속도로 통신이 이루어지는 것을 확인할 수 있다.

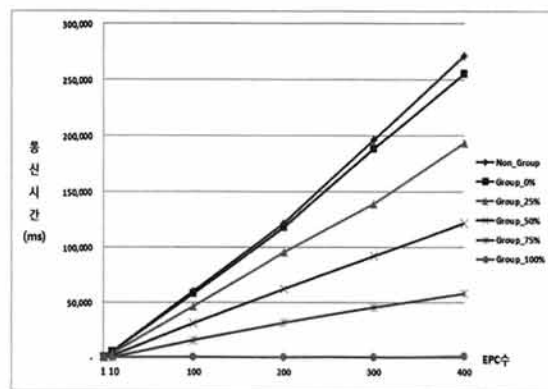


(그림 11) EPCIS의 통신 횟수에 따른 통신 시간 변화 그래프

실험에서 최대 질의할 EPC개수는 400개로 이를 한번에 EPCIS에 질의 한 경우 역시 일정한 속도를 유지했다. 이처럼 EPCIS는 안정적인 속도로 정보를 제공해주기 때문에 EPC정보 획득 시간은 EPCIS와의 통신 횟수에 비례하여 영향을 준다는 것을 알 수 있다.

5.2.2 EPCIS 주소 중복 비율에 따른 EPCIS 정보 획득 시간 분석

EPCIS 주소 중복 비율에 따른 EPCIS 정보 획득 시간 분석은 본 논문에서 제시한 EPCIS 주소별 그룹 질의의 방법을 적용하지 않았을 경우와 적용하지 않았을 때 ALE로부터 수신된 하나의 ECRReport에 포함된 EPC 수에 따른 고유정보 및 이력정보를 획득하기 위한 EPCIS와의 통신 시간을 분석하였다.



(그림 12) EPCIS 주소 중복 비율에 따른 고유정보 획득을 위한 EPCIS와의 통신 시간 변화 그래프

(그림 12)는 EPCIS 주소 중복 비율에 따른 고유정보 획득을 위한 통신 시간의 변화를 그래프로 나타낸 것이다.

(그림 12)를 살펴보면 EPCIS 주소별 그룹 질의를 수행하지 않았을 경우 ALE로부터 수신한 하나의 ECRReport에 포함된 EPC의 수의 증가에 따라 통신 시간이 증가하는 것을 확인할 수 있었으며, EPCIS주소별 그룹 질의를 적용하였을 경우에는 EPCIS 주소 중복 비율에 따라 EPCIS의 통신 시간이 감소되는 것을 확인할 수 있다. 중복 비율이 100%인 경우(Group\_100%)는 통신시간이 급격히 줄어 (그림 12)에서 기울기는 0에 가깝다. 자세한 통신 시간은 <표 3>에서 확인할 수 있다. <표 3>은 고유정보 획득시 EPCIS 주소 중복 비율에 따른 통신 시간의 감소량을 나타낸다.

<표 3> EPCIS 주소 중복 비율에 따른 고유정보 획득을 위한 EPCIS와의 통신 시간

(단위 : ms)

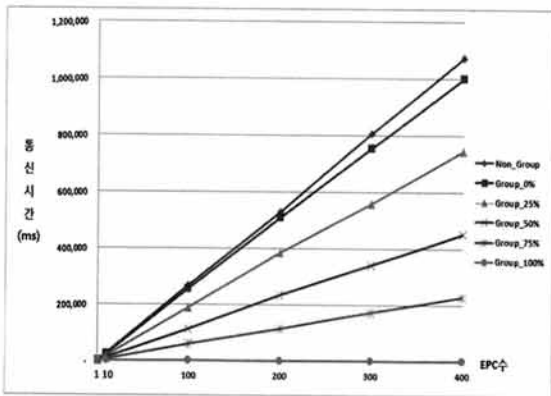
	Non_Group	Group_0%	Group_25%	Group_50%	Group_75%	Group_100%
1	562	600	624	628	638	581
10	5,725	5,435	4,287	2,088	723	607
100	60,029	57,967	46,551	31,305	15,471	661
200	121,584	118,057	95,363	62,264	31,506	664
300	196,436	188,633	138,758	92,077	45,496	751
400	271,350	255,313	193,442	121,396	58,110	969
감소율		4%	25%	54%	78%	97%

<표 3>의 감소율은 EPC 수가 하나인 경우를 제외한 감소율의 평균값을 나타낸 것이다. EPCIS 주소 중복 비율에 따른 평균 통신 시간 감소율을 확인해 보면 EPCIS 주소 중



복 비율이 0% 일 경우 4%, 25%일 경우 25%, 50% 일 경우 54%, 75%일 경우 78%, 100% 일 경우 97% 감소하여 EPCIS 주소 중복 비율에 따라 통신 시간이 감소되는 것을 확인할 수 있다.

(그림 13)은 EPCIS 주소 중복 비율에 따른 이력정보 획득을 위한 EPCIS 통신 시간의 변화를 그래프로 나타낸 것이다. 이력정보 획득시 EPCIS와의 통신시간 역시 고유정보 획득시 EPCIS와의 통신시간과 같이 EPCIS 주소 중복 비율에 따라 감소되는 것을 확인할 수 있다.



(그림 13) EPCIS 주소 중복 비율에 따른 이력정보 획득을 위한 EPCIS와의 통신 시간 변화 그래프

<표 4>는 이력정보 획득시 EPCIS 주소 중복 비율에 따른 통신 시간 감소량을 나타낸다. <표 4>의 감소율은 EPC 수가 하나인 경우를 제외한 감소율의 평균값을 나타낸 것이다. EPCIS 주소 중복 비율에 따른 평균 통신 시간 감소율을 확인해 보면 EPCIS 주소 중복 비율이 0% 일 경우 5%, 25%일 경우 29%, 50% 일 경우 56%, 75%일 경우 77%, 100% 일 경우 99% 감소하여 EPCIS 주소 중복 비율에 따라 통신 시간이 감소되며, 고유정보 획득의 경우보다 1~2% 정도 더 많이 감소하는 것을 확인할 수 있다.

<표 4> EPCIS 주소 중복 비율에 따른 이력정보 획득을 위한 EPCIS와의 통신 시간

	Non_Group	Group_0%	Group_25%	Group_50%	Group_75%	Group_100%
1	2,688	2,587	1,888	1,262	579	537
10	26,871	25,381	18,997	13,039	7,729	549
100	264,901	255,437	187,305	113,284	60,483	840
200	529,418	509,480	385,307	233,391	115,775	1,126
300	805,596	752,873	560,461	340,991	172,583	1,730
400	1,073,533	999,941	744,566	453,302	228,039	2,539
감소율		5%	29%	56%	77%	99%

위의 실험 결과를 보면 알 수 있듯이 EPCIS 주소별 그룹 질의 방법을 적용하였을 경우 EPCIS 주소 중복 비율이 100%가 되었을 경우에는 거의 일정한 통신 시간을 가지는 것을 확인할 수 있으며, EPCIS 주소 중복 비율이 0% 되었을 경우에도 적은 폭이지만 통신 시간이 감소되는 것을 확인할 수 있다.

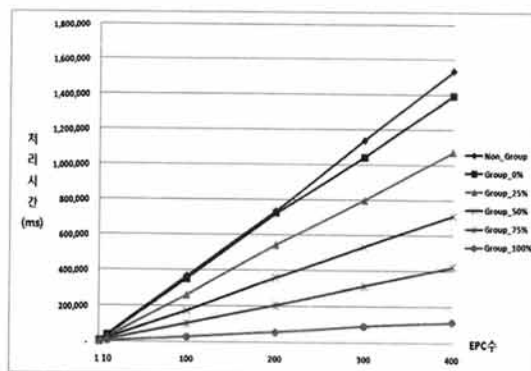
이때, <표 3>과 <표 4>에서 볼 수 있듯이 다수의 EPC에 대하여 EPCIS에 질의를 할 경우 그에 따른 EPCIS의 응답시간(Response Time)의 경우에 EPC 값 1개를 질의 하였을 경우와 400개를 한 번에 질의하였을 경우 Trade-off로 EPCIS 질의 당 약 400ms 차이를 보이고 있으나 이는 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하지 않았을 경우에 소모되는 시간에 비하여 RFID 응용 시스템의 성능에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 평가할 수 있다.

이와 같이, EPCIS 주소별 그룹 질의를 수행하게 되면 기존의 EPC수에 따라 증가하는 EPCIS와의 통신 시간을 EPCIS 주소 중복 비율에 따라 통신 시간을 감소시킬 수 있음을 확인할 수 있었으며, EPCIS에 다수의 EPC에 대한 질의를 수행하였을 경우에 EPCIS의 응답시간이 RFID 응용 시스템에 크게 영향을 미치지 않는 것을 확인할 수 있었다.

### 5.2.3 EPCIS 주소 중복 비율에 따른 전체 처리 시간 분석

EPCIS 주소 중복 비율에 따른 전체 처리 시간 분석은 EPC Network 아키텍처 기반 RFID 응용 시스템이 EPC Network 아키텍처 구성요소와의 통신을 통하여 정보를 획득하고, 이렇게 획득한 정보를 가공하는 데까지 걸리는 전체 처리 시간을 본 논문에서 제시한 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하였을 경우와 적용하지 않았을 경우를 비교 분석하였다.

(그림 14)는 EPCIS 주소 중복 비율에 따른 전체 처리 시간의 변화를 그래프로 나타낸 것이다. (그림 14)를 살펴보면 EPCIS 주소별 그룹 질의를 수행하지 않았을 경우 EPC수에 따라 큰 폭으로 전체 처리 시간이 증가 되는 것을 확인할 수 있으며, EPCIS 주소 중복 비율에 따라 점차 전체 처리 시간이 감소하는 것을 확인할 수 있다. EPCIS 주소 중복 비율이 100% 일 경우 하나의 EPCIS에 접근하면서도 통신 시간이 EPC수에 따라 약간씩 증가하는 것을 볼 수 있는데 이는 ONS와 EPCIS DS와의 통신 시간이 전체 처리 시간에 포함되어 일정하게 증가하게 된다.



(그림 14) EPCIS 주소 중복 비율에 따른 전체 처리 시간 변화 그래프

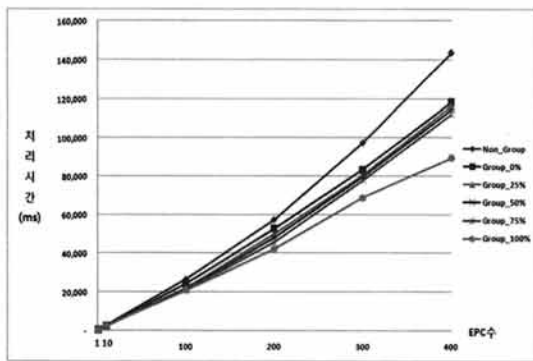
<표 5>는 EPCIS 주소 중복 비율에 따른 전체 처리 시간 변화량을 나타낸 것이다.

<표 5> EPCIS 주소 중복 비율에 따른 전체 처리 시간

	Non_Group	Group_0%	Group_25%	Group_50%	Group_75%	Group_100%
1	3,669	3,585	2,924	2,241	1,603	1,457
10	36,300	34,663	25,854	18,747	11,068	3,737
100	364,482	349,361	260,584	171,025	101,827	27,263
200	733,394	722,287	541,944	355,240	202,687	53,527
300	1,137,618	1,042,025	797,860	532,314	311,610	88,025
400	1,537,700	1,394,976	1,075,258	711,807	422,828	113,207
감소율		6%	29%	52%	72%	92%

<표 5>의 감소율은 EPC 수가 하나인 경우를 제외한 감소율의 평균값을 나타낸 것이다. EPCIS 주소 중복 비율에 따른 전체 처리 시간 감소율을 확인해 보면 EPCIS 주소 중복 비율이 0% 일 경우 6%, 25%일 경우 29%, 50% 일 경우 52%, 75%일 경우 72%, 100% 일 경우 92% 감소하여 EPCIS 주소 중복 비율에 따라 전체 처리 시간이 EPCIS 통신 시간 감소에 따라 감소하는 것을 확인할 수 있다.

5.2.4 EPCIS 주소 중복 비율에 따른 정보 처리 시간 분석



(그림 15) EPCIS 주소 중복 비율에 따른 정보 처리 시간 변화 그래프

EPCIS 주소 중복 비율에 따른 정보 처리 시간 분석은 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하였을 경우와 적용하지 않았을 경우 EPC Network 아키텍처 구성요소와의 통신 시간을 제외한 정보 처리 시간에 대한 분석이다. 본 논문에서는 비즈니스 인식 프레임워크의 정보처리 시간을 나타낸다.

(그림 15)는 EPCIS 주소 중복 비율에 따른 정보 처리 시간 변화를 그래프로 나타낸 것이다. (그림 15)를 살펴보면 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하지 않았을 때 보다 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하였을 때 정보 처리 시간이 EPCIS 주소 중복 비율에 따라 점차 감소되는 것을 확인할 수 있다.

<표 6>은 EPCIS 주소 중복 비율에 따른 정보 처리 시간 변화량을 나타낸 것이다.

<표 6>의 감소율은 EPC 수가 하나인 경우를 제외한 감소율의 평균값을 나타낸 것이다. EPCIS 주소 중복 비율에 따른 정보 처리 시간 감소율을 확인해 보면 EPCIS 주소 중

<표 6> EPCIS 주소 중복 비율에 따른 정보 처리 시간

	Non_Group	Group_0%	Group_25%	Group_50%	Group_75%	Group_100%
1	274	265	238	223	220	215
10	2,481	2,297	2,224	2,194	2,070	2,031
100	26,466	24,266	21,877	21,550	21,058	20,852
200	57,250	52,702	49,905	47,780	45,565	41,957
300	97,415	83,318	80,244	79,694	77,779	68,657
400	143,442	118,254	116,214	114,254	112,225	89,461
감소율		11%	15%	17%	20%	27%

복 비율이 0% 일 경우 11%, 25%일 경우 15%, 50% 일 경우 17%, 75%일 경우 20%, 100% 일 경우 27% 감소하는 것을 확인할 수 있다.

이와 같이 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용 하였을 때 정보 처리 시간이 감소하는 것은 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용하지 않았을 경우 ALE로부터 수신한 하나의 ECRReport에 포함된 EPC의 수 만큼 개별적인 프로세스를 통하여 정보 처리가 이루어졌으나, EPCIS 그룹 질의를 적용하였을 경우에는 EPC정보를 모아서 각 프로세스를 한번만 호출하여 처리함으로써 정보 처리 시간이 감소하기 때문이다. 또한, EPC들을 그룹화 하는 작업은 메모리상에서 동작하는 것으로 처리시간이 거의 들지 않는다. 따라서 EPCIS 주소별 그룹 질의를 적용할 경우에는 EPCIS와의 통신 시간 뿐만 아니라 RFID 응용 시스템 자체의 정보 처리 시간이 감소되는 것을 확인할 수 있다.

6. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 EPC Network 아키텍처 기반 RFID 응용 시스템의 성능 향상을 위한 EPCIS 주소별 그룹 질의 기법을 제시 하였으며, 실제 EPC Network 아키텍처 환경에서의 실험을 통하여 EPC Network 기반 RFID 응용 시스템의 성능 향상을 증명하였다.

EPC Network 아키텍처 기반 RFID 응용 시스템은 RFID 태그가 부착된 개체의 고유정보 및 이력정보 획득을 위해서 다양한 EPC Network 아키텍처 구성요소들과 통신을 수행해야 한다. 따라서 정보 획득을 위해 접근해야 하는 EPC Network 아키텍처 구성요소와의 통신 횟수는 EPC Network 아키텍처 기반 RFID 응용 시스템의 성능에 큰 영향을 미친다. 특히, 고유정보와 이력정보를 저장하고 있는 EPCIS의 경우 ALE로부터 수신한 하나의 ECRReport에 포함된 EPC수와 각 개체가 가지는 이력정보의 수만큼 EPCIS와 통신을 수행함으로써 RFID 응용 시스템의 성능에 가장 큰 영향을 미치게 된다.

본 논문에서는 EPCIS 주소별 그룹 질의를 통하여 동일한 EPCIS와 통신 횟수를 줄일 수 있으며, 기존에 ALE를 통해 수집된 EPC수에 의존적으로 증가하였던 EPCIS와의 통신 횟수를 정보 획득을 위해 통신해야 하는 EPCIS수에 의존적으로 통신 하도록 변경하였다. 이를 통해 EPC Network 아

키택처 기반 RFID 응용 시스템의 성능 향상에 기여할 수 있다.

또한, EPCIS 주소 중복 비율에 대한 정의를 내리고 EPCIS 주소 중복 비율에 따른 EPCIS와의 통신 시간, RFID 응용 시스템의 전체 처리 시간, 통신 시간을 제외한 정보 처리 시간 변화를 실험하여 본 논문에서 제시한 방법 적용 시 EPCIS 주소 중복 비율에 따라 처리 시간이 감소되는 것을 확인할 수 있었다.

향후 연구 과제로는 EPC Network 아키텍처 기반 RFID 응용 시스템의 성능을 더욱 향상시킬 수 있도록 EPCIS를 제외한 EPC Network 아키텍처의 구성요소인 ONS 및 EPCIS DS와의 통신 횟수를 줄이는 방법에 대한 연구와 RFID 응용 시스템 내부에서 효율적인 분산 물류 정보 처리 방법에 관한 연구로 확장해 나갈 것이다.

### 참 고 문 헌

[1] A Juels, "RFID security and privacy: A research survey," IEEE journal on selected areas in communication [0733-8716], Vol.24, pp.381, 2006.

[2] A Basic Introduction to RFID technology and its use in the supply chain, [http://www.primtronix.com/uploadedFiles/Laran\\_WhitePaper\\_RFID.pdf](http://www.primtronix.com/uploadedFiles/Laran_WhitePaper_RFID.pdf), January, 2004.

[3] Walmart Supplier Information: Radio Frequency Identification Uaege, <http://www.walmartstore.com>, 2005.

[4] H.K. Launches RFID supply Chain Project, <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1630/1/1>, June, 2005.

[5] Retailer RFID Spending Projected To Reach \$4.2 Billion, <http://www.techweb.com/wire/172303296>, October, 2005.

[6] 안재명, 이종태, 오해석, "EPCglobal Network 기반의 RFID 기술 및 활용", 글로벌, 2007. 02.

[7] GS1 EPCglobal, <http://www.epcglobalinc.org>

[8] EPCglobal, "The EPCglobal Architecture Framework", Version 1.3, March, 2009.

[9] EPCglobal, "Application Level Events (ALE) Specification, Version 1.1.1," March, 2009.

[10] EPCglobal, "Object Naming Service (ONS) Specification, Version 1.0.1," May, 2008.

[11] EPC global, "EPC Information Services (EPCIS) Version 1.0.1 Specification," September, 2007.

[12] S.Kim, M.Moon, S. Kim, S.You, and K.Yeom, "RFID Business Aware Framework for Business Process in the EPC Network," Proceedings of the 5th International Conference on Software Engineering Research & Applications (SERA 2007), pp.468~475, 2007.

[13] 박성진, 남태우, 염근혁, "EPC SENSOR NETWORK 기반의 비즈니스 인식 프레임워크 설계 및 구현", 2009 차세대컴퓨팅 춘계 학술대회, 2009년 4월 30일-5월 1일, pp.113~118.

[14] Internet Systems Consortium, "ISC BIND", <http://www.isc.org/index.pl?sw/bind/index.php>.

[15] Gyeongtaek Lee, Jonghun Shin, Daewon Park, Hyukchul Kwon, "Discovery Architecture for the Tracing of Products in the EPCglobal Network", 2008 IEEE/IFIP International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing, pp.553~558, December, 2008.

[16] D. McFarlane, and Y. Sheffi, "Impact of Automatic Identification on Supply Chain Operations", International Journal of Logistics Management, 2003.



박 성 진

e-mail : sjp@pusan.ac.kr

2008년 부산대학교 컴퓨터공학과(학사)

2010년 부산대학교 컴퓨터공학과(석사)

2010년~현 재 한미IT 과관련연구센터 연구원

관심분야: RFID 기반 미들웨어, 소프트웨어 재사용, 프로덕트 라인 공학, 상황인식 미들웨어, 소프트웨어 아키텍처 등



김 대 환

e-mail : kdh@pusan.ac.kr

2009년 동서대학교 컴퓨터공학과(학사)

2010년~현 재 부산대학교 컴퓨터공학과 석사과정

관심분야: RFID 기반 미들웨어, 상황인식 미들웨어, 프로덕트 라인 공학, 소프트웨어 아키텍처 등



손 민 영

e-mail : myson@pusan.ac.kr

2009년 부산대학교 컴퓨터공학과(학사)

2010년~현 재 부산대학교 컴퓨터공학과 석사과정

관심분야: RFID 기반 미들웨어, 상황인식 미들웨어, 프로덕트 라인 공학, 소프트웨어 아키텍처 등



### 염근혁

e-mail : yeom@pusan.ac.kr

1985년 서울대학교 계산통계학과(학사)

1992년 Univ. of Florida 컴퓨터공학과  
(석사)

1995년 Univ. of Florida 컴퓨터공학과  
(박사)

1985년~1988년 금성반도체 컴퓨터연구실 연구원

1988년~1990년 금성사 정보기기연구소 주임연구원

1995년~1996년 삼성SDS 정보기술연구소 책임연구원

1996년~현 재 부산대학교 정보컴퓨터공학부 교수

관심분야: 소프트웨어 재사용, 프로덕트 라인 공학, 소프트웨어  
아키텍처, 센서 네트워크기반 상황인식 미들웨어,  
적용형 소프트웨어 개발 등