
RFID 데이터 스트림의 효율적인 필터링 기법

Efficient Filtering Method for RFID Data Streams

윤홍원

신라대학교 IT학과

Hong-Won Yun(hwyun@silla.ac.kr)

요약

RFID 기술은 객체의 추적이나 SCM 시스템에서 중요한 역할을 하고 있으며 RFID 응용에서는 새로운 데이터 관리 방법을 필요로 하고 있다. RFID 데이터는 자동으로 빠르게 생성되며 객체의 실시간 모니터링이나 추적에 사용되고 있다. 이러한 RFID 응용의 대부분은 이벤트가 발생할 때 타임스탬프를 가지는 특성이 있다. 본 논문에서는 RFID 객체를 모니터링하고 상태 변화의 이력을 관리하기 위하여 시간지원 RFID 데이터 모델을 제시하고 이 모델에 기반을 둔 비활성 데이터의 필터링 기법을 제안한다. 제안한 시간지원 RFID 데이터 모델은 RFID 객체를 모니터링할 수 있는 핵심 연산을 포함하고 있으며, 비활성 데이터의 필터링 기법을 통하여 질의 처리의 속도가 향상됨을 보였다.

■ 중심어 : | RFID | 데이터 필터링 | 데이터 스트림 | RFID 데이터 모델링 |

Abstract

Radio Frequency Identification(RFID) technology is set to play an essential role in object tracking or supply chain management systems. New challenges for RFID data management are needed in the RFID applications. RFID data are generated quickly and automatically, and can be used for object tracking, or for real-time monitoring. These applications are mostly associated with the timestamps when the events happen. In this paper, we propose a temporal RFID data model to maintain the history of events and state changes and to monitor the states of RFID objects. Also we propose data filtering method of non active data based on temporal RFID data model. This data model involves essential basic operations for RFID data. We show increased query performance through the data filtering method of non active data.

■ keyword : | RFID | Data Filtering | Data Streams | RFID Data Modeling |

I. 서론

RFID(Radio Frequency Identification) 기술은 센서와 이동 객체 사이에 무선으로 데이터의 전송이 가능하며 물류, 도소매 등 여러 분야에서 신속하고 효과적

업무 처리를 위한 핵심 기술이 되고 있다. SCM(Supply Chain Management) 시스템에서 RFID 기술은 물품의 생산, 배송, 분배 등을 포함하여 연속적인 물품의 흐름 관리가 가능하게 함으로써, 일부 대형 도소매업에서는 물류 센터를 중심으로 RFID 시스템을 개발하여 운용하

고 있다[1-3]. 모든 객체의 식별, 분류, 추적, 감시가 가능한 RFID 기술의 중요성을 기반으로 한 다양한 응용 분야가 점차 증가하고 있다. 각 응용 분야에서 적용 가능한 RFID 데이터 관리 시스템을 개발하기 위해서는 RFID데이터의 공통적인 특징을 이해하고 풀어나가야 할 과제가 있으며 다음과 같이 나누어 볼 수 있다[3-5].

첫째, RFID 데이터는 자동으로 빠르게 만들어지며 추적과 감시를 위하여 누적되므로 방대한 데이터가 된다. 이러한 방대한 데이터를 위한 관리 체계와 질의 처리 방법이 필요하다. 둘째, RFID 데이터는 물품의 추적과 감시를 위하여 최대의 효율성과 최소의 비용으로 응용 시스템과 통합되어야 한다. 셋째, 물품의 입고 시간, 출고 시간, 이동 시간 등과 같이 모든 RFID 데이터의 판독은 시간과 관계가 있다. 시간과 관련 있는 이들 데이터를 응용 수준에서 관리하기 위한 데이터 모델이 필요하다. 넷째, 고속으로 누적되는 RFID 데이터를 효과적으로 관리하여 시스템의 성능을 확보할 수 있는 방안이 필요하다.

일반적인 정보 시스템의 개념적 데이터 모델로 많이 사용하는 ER(Entity Relationship) 모델을 확장한 시간 지원 ER 모델은 시간과 관련 있는 RFID 데이터의 특징을 충분히 수용할 수 있다[3][14]. 일반적인 RFID 시스템의 개체는 정적이고 관계는 동적이며 시간 속성이 강조된다. 시간지원 ER 모델은 정적인 RFID 시스템의 개체와 시간 속성을 가진 동적인 관계를 표현하기에 적합하다. RFID의 응용에서 이벤트가 발생하면 거의 모든 이벤트는 시간과 연관성을 가진다. 본 논문에서는 시간 속성을 가지고 있는 RFID 시스템의 개체와 관계를 관리하기 위하여 시간지원 데이터 모델을 제안한다.

RFID 데이터의 시간지원 모델에서 대부분의 객체는 타임스탬프를 가지므로 타임스탬프를 이용하여 비활성 데이터를 추출할 수 있다. 본 논문에서는 RFID 시간지원 데이터 모델을 기반으로 데이터의 필터링 기법을 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 연구의 배경이 되는 연구와 관련이 있는 연구를 살펴본다. 3장에서는 RFID 데이터를 위한 시간지원 데이터 모델과 핵심 연산을 정의한다. 4장에서는 제안한 시간지원 데이터 모델에 기반을 둔 데이터 필터링 기법을

제시하고 성능을 평가한다. 마지막으로, 5장에서 본 연구의 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

1. RFID 시스템

무선 자동 인식과 데이터 수집 기능을 가진 RFID 시스템은 세 개의 레이어로 구성된다. (i) 한 개의 태그는 한 개의 칩에 들어가며 각 물품을 식별하기 위하여 물품에 부착하거나 내부에 넣는다. (ii) 하나의 판독기와 안테나는 비접촉으로 무선 주파수를 이용하여 태그와의 사이에 정보를 전송 처리한다. (iii) 미들웨어를 갖추고 있는 컴퓨터는 RFID 장치를 관리하고 데이터를 필터링하여 조직의 정보 시스템과 통신한다[5][11][12].

RFID 태그는 디자인, 전원, 주파수, 통신 방법, 판독 범위, 용량, 그리고 기능 등에서 다양하지만 EPCglobal은 RFID 태그를 다섯 가지로 분류하고 있다. 클래스 0과 1 태그는 판독 전용; 클래스 2 태그는 판독기에 의한 읽기-쓰기; 클래스 3 태그는 보드상에 센서를 가지고 있으며 센서가 태그에 쓰기; 클래스 4 태그는 센서 네트워크를 위한 무선 센서; 클래스 5는 판독기이다. 판독기는 읽기 또는 읽기/쓰기 모듈로 구성된다[13].

RFID 미들웨어는 RFID 시스템의 핵심 요소로서 판독기의 모니터링과 관리, 데이터의 필터링과 처리, 그리고 데이터를 모아서 ERP와 같은 조직의 정보 시스템에 전달한다. 본 논문에서 제안하는 시간 지원 RFID 데이터 모델은 RFID 응용을 위한 미들웨어 기반의 플랫폼에 적용한다.

2. EPC

EPC(Electronic Product Code) 네트워크는 RFID 인프라스트럭처를 위한 표준으로써 다섯 가지의 구성 요소를 가진다: (i) EPC 태그는 64 비트에서 256비트 범위까지 식별을 위한 코드를 가지며 물품이나 상자 등에 부착된다. EPC 태그는 제조자, 물품의 분류, 크기, 제조일자 등의 정보를 저장한다. EPC 태그는 일반적으로 헤더, EPC 매니저, 객체 클래스, 일련 번호 등으로 구성

된다. (ii) RFID 판독기는 EPC의 태그 정보를 읽고 SAVANT에 전송한다. (iii) SAVANT는 판독기와 응용 시스템 사이에 있는 미들웨어이다. SAVANT는 판독기를 모니터링하고 관리하며 판독한 데이터를 필터링하고 집적하여 정보 시스템으로 전송하는 역할을 수행하며 RFID 시스템의 핵심 요소이다. SAVANT는 EPC-IS(Information System)와 지역 ONS(Object Name Service)와 통신한다. (iv) EPC-IS는 정보 사용자와 정보 시스템, 그리고 내부 데이터베이스 사이에 게이트웨이 역할을 한다. (v) 지역 ONS는 공급망에서 사용하는 모든 EPC 태그를 표현하기 위한 정보의 디렉토리이다[7-9].

III. 시간지원 데이터 모델

1. RFID 시스템의 시간지원 개체 집합

RFID 응용에는 응용 분야에 따라서 여러 가지 개체 집합이 있을 수 있지만 본 논문에서는 핵심 개체 집합을 정의한다. RFID의 핵심 개체 집합은 물품, 판독기, 위치, 트랜잭션, 오퍼레이터로 정의한다. 이들 개체 집합은 [그림 1]에서 각각 objects, readers, locations, transactions, operators로 나타낸다. 물품 개체 집합은 EPC 태그를 부착된 객체를 말하며 속성은 epc, epc명, 유효시작시간, 유효종료시간, 트랜잭션시작시간, 트랜잭션종료시간이 있다. 이들 속성은 [그림 1]에서 각각 epc, epc_name, vstart, vend, tstart, tend로 표현한다.

판독기 개체 집합은 태그의 정보를 읽거나 읽기/쓰기 태그에 데이터를 쓸 수 있으며 판독기epc(reader_epc), 판독기명(reader_name), 유효시작시간(vstart), 유효종료시간(vend), 트랜잭션시작시간(tstart), 트랜잭션종료시간(tend) 등의 속성을 가진다. 위치 개체 집합은 지리상의 위치나 기호로 표시한 위치로 사용되며 물품의 이동이나 비즈니스 프로세스에 따라서 변경된다. 이 논문에서는 도매 창고, 소매 창고 등과 같이 기호로 표시한 위치를 사용한다. 위치 개체 집합의 속성은 위치식별자(location_id), 위치명(location_name), 유효시작시간(vstart), 유효종료시간(vend), 트랜잭션시작시간(tstart),

트랜잭션종료시간(tend) 등을 포함한다. 트랜잭션 개체 집합은 업무 트랜잭션을 의미하며 트랜잭션식별자, 트랜잭션명, 유효시작시간, 유효종료시간, 트랜잭션시작시간, 트랜잭션종료시간 등의 속성이 있다.

2. RFID 시스템의 시간지원 관계 집합

관계 집합은 각 개체와 개체 사이의 관계에 의하여 생성된다. RFID 응용의 관계 집합은 [그림 1]과 같이 판독기와 물품 개체 집합 사이에 Reader_Object 관계 집합, 판독기와 위치 개체 집합 사이에 Reader_Location 관계 집합, 트랜잭션과 물품 개체 집합 사이에 Transaction_Object 관계 집합, 물품 개체 집합의 자기 참조 관계에 의하여 Containment 관계 집합, 오퍼레이터와 트랜잭션 개체 집합 사이에 Operator_Transaction 관계 집합이 있다. RFID 응용의 대부분 관계 집합은 RFID 데이터가 가지고 있는 시간 특성 때문에 이력 데이터가 된다. Reader_Object 관계 집합은 판독기명(reader_epc), epc 그리고 시간 속성 등이 있다. Reader_Location 관계 집합은 판독기epc(reader_epc), 위치식별자(location_id), 입고시간(time_in), 그리고 출고시간(time_out) 등의 속성을 가진다.

Transaction_Object 관계 집합은 트랜잭션식별자(transaction_id), epc, 그리고 시간 속성으로 구성되며, vstart와 vend는 각각 어떤 트랜잭션이 어떤 물품에 대해서 유효한 시작 시간과 종료 시간을 나타낸다. 같은 관계 집합 안에서 tstart는 트랜잭션이 저장된 시간을 나타내고 tend는 물품이 반환된 시간을 뜻한다. Containment 관계 집합은 물품들 사이에 계층 관계를 나타낸다. 예를 들면, 어떤 물품은 상자 안에 들어갈 수 있으며 이 때 물품과 상자 사이의 계층 관계는 Containment 관계 집합에서 표현한다. Operator_Transaction 관계 집합의 속성은 트랜잭션식별자, 오퍼레이터식별자, 그리고 시간 속성을 포함한다.

[그림 1]은 시간지원 RFID 데이터 모델을 ER 다이어그램으로 표현하였으며 이 모델은 Reader, Object, Location, Transaction, 그리고 Operator 등 다섯 개의 핵심 개체 집합과 Reader_Object, Reader_Location, Transaction_Object, Containment, 그리고 Operator_

Transaction 등 다섯 개의 관계 집합으로 구성된다. SCM 시스템에서 RFID 데이터의 관리를 위하여 필수 요소이다.

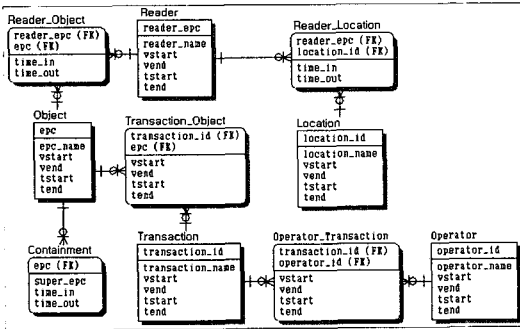


그림 1. 시간지원 RFID 데이터 모델

3. 릴레이션 스키마로 변환

RFID 데이터를 위한 시간지원 데이터 모델링의 릴레이션 스키마를 정의한다. 릴레이션 스키마 정의에 사용하는 데이터 타입은 string과 timestamp가 있으며 시간 단위는 밀리초까지 표현한다고 가정한다. [그림 1]에 있는 개체 집합 Reader의 릴레이션 스키마는 다음과 같이 정의한다.

Reader Schema
Entity type Reader with (vstart, timestamp), (vend, timestamp), (tstart, timestamp), (tend, timestamp) has Attribute reader_epc is of type string; Attribute reader_name is of type string;

개체 집합 Object, Location, Transaction, 그리고 Operator의 릴레이션 스키마도 위의 Reader 릴레이션 스키마와 같은 방법으로 정의할 수 있다.

[그림 1]에 있는 관계 집합 Reader_Object의 릴레이션 스키마는 다음과 같이 정의한다.

Reader_Object Schema
Relationship type Reader_Object has Attribute time_in is of type timestamp Attribute time_out is of type timestamp Involves Reader Object

마찬가지로 Reader_Location, Transaction_Object, Containment, 그리고 Operator_Transaction 등의 관계 집합도 Reader_Object의 릴레이션 스키마와 같은방법으로 정의할 수 있다. 각 개체 집합의 키 제약 조건을 추가하면 다음과 같다.

reader_epc is key of Reader;
epc is key of Object;
location_id is key of Location;
transaction_id is key of Transaction;
operator_id is key of Operator;

앞에서 정의한 각 관계 집합의 키 제약 조건은 다음과 같다.

(reader_epc, epc) is key of Reader_Object;
(reader_epc, location_id) is key of Reader_Location;
(transaction_id, epc) is key of Transaction_Object;
epc is key of Containment;
(transaction_id, operator_id) is key of Operator_Transaction;

Reader, Object, Location, Transaction, 그리고 Operator 개체 집합은 (1,N) 참여 제약 조건을 가지고 있다.

4. 기본 연산 정의

본 절에서는 제안한 시간지원 RFID 데이터 모델에서 기본적인 데이터의 질의어를 관계 대수로 정의한다.

4.1 상태 질의

본 논문에서 제안한 RFID 데이터 모델의 개체 집합을 모니터링하는 상태 기반 질의는 다음과 같다.

■ 객체 모니터링

Q1. 판독기 reader123이 사용되기 시작한 시간을 검색하라.

II Reader.reader_epc,Reader.vstart
(breader.reader_epc= 'reader123' (Reader))

Q2. 2007.03.01과 2007.03.31 사이에 사용되지 않은 물품을 검색하라.

II Object.epc (bvend != 'now' ^ Object.tstart >= 03.01.2007 ^ Object.tend <=03.31.2007 (Object))

■ 위치 모니터링

Q3. 2007.03.01에 변경된 위치를 검색하라.

```
//Location.location_id (Location.vend=
03.01.2007 (Location))
```

Q4. 현재 사용하지 않는 장소를 검색하라.

```
//Location.location_id (Location.vend != 'now'
(Location))
```

■ 트랜잭션 모니터링

Q5. tr123 트랜잭션이 저장된 시간을 검색하라.

```
//Transaction.transaction_id,Transaction.tstart
(Transaction.tstart= 'tr123' (Transaction))
```

Q6. tr123이 무효하게 된 시간을 검색하라.

```
//Transaction.transaction_id,Transaction.vend
(Transaction.transaction_id= 'tr123'
(Transaction))
```

4.2 이벤트 질의

RFID 시스템에서 관계 집합은 동적인 특징을 가지고 있다. 관계 집합을 추적하는 질의나 시간과 관련된 이벤트 질의는 다음과 같다.

■ 현재 객체의 추적

Q7. epc123값을 가지고 있는 물품의 최종 위치를 추적하라.

```
//Reader_Object.epc,Reader_Location.location_id
(Reader_Object.epc='epc123' ^ Reader_
Object.reader_epc
=Reader_Location.reader_epc ^ max(Reader_
Location.time_in)
(Reader_Object ^ Reader_Location))
```

■ 과거 객체 추적

Q8. epc123값을 가지는 물품의 모든 위치를 추적하라.

```
//Reader_Object.epc,Reader_Location.location_id,
Reader_Location.time_in,Reader_Location.time_out
(Reader_Object.epc = 'epc123' ^ Reader_Object
.reader_epc
= Reader_Location.reader_epc
```

```
(Reader_Object ^ Reader_Location))
```

■ 객체 현황

Q9. epc123 물품이 판매되었는지 아닌지 검사하라.

```
//Object_Transaction.epc,Object_Transaction.
vstart, Object_Transaction.vend (Object_
Transaction.epc=epc123(Object_Transaction))
```

Q10. epc123 물품이 반환되었는지 검사하십시오.

```
//Object_Transaction.epc (epc='epc123'?
Transaction_name='refund'
^ Object_Transaction.vend != 'now'
(Object_Transaction ^ Transaction))
```

■ 객체 스냅샷

Q11. epc123의 상위 물품을 검색하라.

```
//Containment.super_epc
(epc = 'epc123' (Object_Transaction))
```

■ 객체 시간

Q12. 시간 T에 epc123을 가진 물품의 위치를 찾아라.

```
//Reader_Location.location_id
(Reader_Object.epc='epc123' ^ Reader_
Object.reader_epc
=Reader_Location.reader_epc ^ Reader_
Location.time_in (<= T
^ Reader_Location.time_out (<= T
(Reader_Object ^ Reader_Location))
```

4.3 필터링 기반 질의

RFID 시스템은 방대한 양은 데이터를 처리하므로 데이터의 불륨은 질의 처리 시간에 큰 영향을 미친다. 따라서 질의에 필요한 데이터를 저장 장치에 유지하는 방법이 필요하며 이를 지원할 수 있는 질의어를 필요로 한다. 시간 특성을 가지고 있는 RFID 데이터는 본 연구에 의하면 네 가지 형태로 분류할 수 있다. (i) 이벤트 기반 활성 데이터, (ii) 이벤트 기반 비활성 데이터, (iii) 상태 기반 활성 데이터, (iv) 상태 기반 비활성 데이터로 나눈다.

■ 이벤트 기반 비활성 데이터의 필터링

Q13. 위치가 lid123인 장소에서 2007.03.01에 출고한 모든 물품을 삭제하라.

```
Reader_Object ← Reader_Object -
    6Reader_Location.location_id='lid123' ^
    Reader_Location.reader_epc
    =Reader_Object.reader_epc ^ Reader
    _Object.time_out=03.01.2007
    (Reader_Location > Reader_Object)
```

Q14. 2007.03.01 이전에 트랜잭션 식별자 tr123으로 판매된 모든 물품을 삭제하라.

```
Object_Transaction ← Object_Transaction -
    6Object_Transaction.transaction_id='tr123' ^
    Object_Transaction.vend
    >03.01.2007 (Object_Transaction)
```

■ 상태 기반 비활성 데이터의 필터링

Q15. 2007.03.01 이전에 유효하지 않은 모든 트랜잭션을 삭제하라.

```
Transaction ← Transaction -
    6Transaction.vend < 03.01.2007 (Transaction)
```

Q16. 2007.03.01 이전에 사용하지 않는 모든 위치를 삭제하라.

```
Transaction ← Transaction -
    6Location.vend > 01.01.2006 (Location)
```

IV. RFID 데이터 스트림의 필터링

1. 데이터 스트림 필터링

RFID 시스템은 [그림 2]와 같이 다섯 개의 레이어로 구성된다: 장치 레이어, RFID 네트워크 레이어, 프로세스 레이어, 통합 레이어, 프리젠테이션 레이어. 프로세스 레이어는 데이터 매니저, 데이터 스토어와 데이터 아카이브로 구성된다.

데이터 매니저는 RFID 데이터 관리 시스템에서 RFID 데이터 서버의 핵심이 되는 구성 요소로써 데이터 필터링 기능을 수행한다. 데이터 스토어는 시간지원

데이터 모델의 스키마를 구현할 수 있게 하며 RFID 데이터 모델의 개체 집합과 관계 집합을 구성하는 정보들을 저장한다. 비활성 데이터는 데이터 아카이브로 옮겨져서 저장된다.

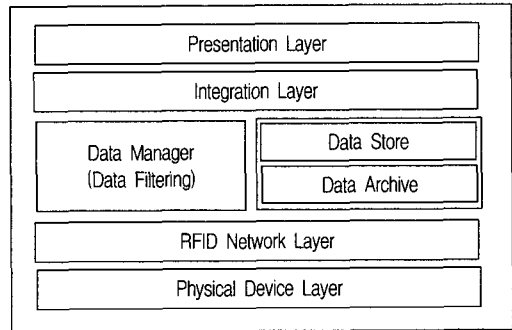


그림 2. RFID 구조

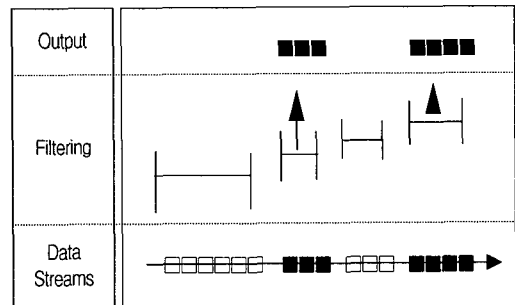


그림 3. 데이터 필터링 절차

RFID 데이터 스트림은 활성 데이터와 비활성 데이터로 나눌 수 있다. RFID 데이터 스트림에서 비활성 데이터는 현재 유효하지 않은 데이터를 뜻하며 데이터 필터링은 [그림 3]에서와 같이 데이터 스트림 중에서 비활성 데이터를 찾아서 삭제하거나 데이터 아카이브에 저장하는 것이다. 그림 4에서 활성 데이터와 비활성 데이터를 예를 들어서 구체적으로 표현하였다. 활성 데이터는 개체 집합의 데이터 중에서 현재에 유효한 데이터를 말하며 제안한 데이터 모델에 유효 종료 시간 vend가 now인 데이터이고, 비활성 데이터는 현재 더 이상 유효하지 않은 데이터로써 vend가 now가 아닌 데이터를 뜻한다.

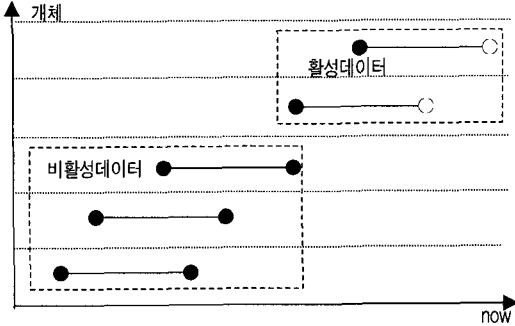


그림 4. 활성 데이터와 비활성 데이터의 예

[그림 4]에서 이벤트 기반 활성 데이터와 상태 기반 활성 데이터를 묶어서 활성 데이터로 나타내고 이벤트 기반 비활성 데이터와 상태 기반 비활성 데이터를 묶어서 비활성 데이터로 나타내었다. [그림 4]에서 비활성 데이터의 오른쪽 검정 원은 유효 종료 시간이 now가 아님을 뜻하고, 활성 데이터의 오른쪽 빈 원은 유효 종료 시간이 now임을 나타낸다.

```

Algorithm Filtering_for_Nonactive_Data
(entity_type, relationship_type, vend, tend, time_out)
1: case input_record is entity_type
2:   if vend != now or
3:     tend != now then
4:     archive ← input_record
5:     store ← store - input record
6:   end if
7: end
8: case input_record is relationship_type
9:   if time_out != now or
10:    tend != now then
11:    archive ← input record
12:    store ← store - input record
13:   end if
14: end
    
```

그림 5. 데이터 필터링 알고리즘

[그림 5]는 비활성 데이터를 필터링하는 과정을 알고리즘으로 나타내 것이다. 데이터 필터링을 위하여 입력되는 데이터 스트림에서 비활성 데이터를 데이터 아카이브에 저장하고 활성 데이터는 데이터 스토어에 저장한다. 데이터 스토어에 저장된 활성 데이터는 데이터베

이스 질의의 대상이 된다. 비활성 데이터를 데이터 아카이브에 저장함으로써 필요한 경우에 이력 데이터로 활용할 수 있다.

2. 성능 분석

실험에서 데이터 셋은 1,000개의 제품이 있다고 가정하였으며 한 레코드의 크기는 EPC 네트워크 표준에 근거하여 64, 96, 128, 256 비트로 임의 발생하였다. 전체 데이터 스트림 중에서 비활성 데이터가 차지하는 비중은 10%~50%까지 10 단위로 변화하면서 필터링 되는 데이터의 크기와 필터링 된 이후에 질의 처리 속도를 측정하였다. 실험은 운영체제 윈도우XP에서 인텔 펜티엄4 3.0GHz, 2GB 램 환경에서 C++로 구현하였다.

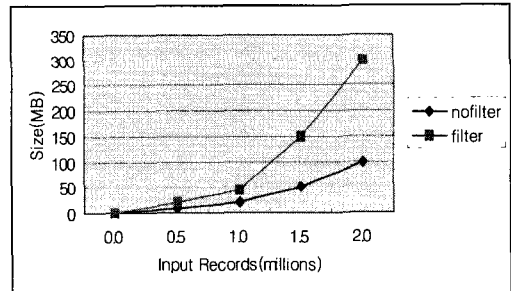


그림 6. 데이터 필터링 크기

입력되는 레코드의 개수가 증가할수록 필터링 되는 데이터의 크기가 증가하는 추이를 [그림 6]과 같이 알 수 있다. 입력 레코드가 2백만 개에 이르면 300 메가바이트 수준의 필터링이 일어남을 알 수 있다.

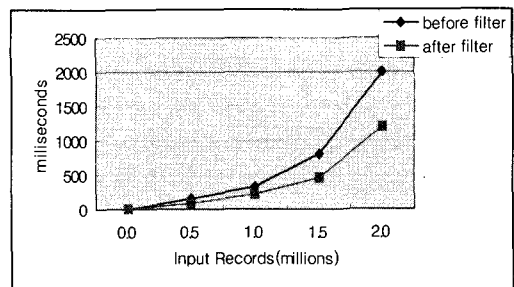


그림 7. 질의 처리 속도

필터링 이후에 데이터는 데이터 스토어에 저장되는데 실험에서는 필터링 이전과 이후의 데이터 스토어를 대상으로 질의 처리 속도를 비교하였으며 결과는 [그림 7]과 같다. 입력되는 레코드의 개수가 증가할수록 필터링 되는 레코드가 증가하여 질의 처리 속도가 향상됨을 알 수 있다.

V. 결론

대부분의 RFID 응용에서는 이벤트가 발생하며 이벤트의 발생은 타임스탬프와 관련이 있다. RFID 데이터 관리 시스템은 RFID 데이터의 시간 속성인 타임 스탬프를 표현하고 시간과 관련된 질의를 처리하기 위하여 시간 지원 데이터 모델을 필요로 한다. 본 논문에서는 RFID 데이터의 이벤트와 상태 변화의 이력을 관리할 수 있는 RFID 데이터의 시간지원 데이터 모델을 제시하였다. 시간지원 RFID 데이터 모델에서는 RFID 응용을 위한 개체 집합, 관계 집합, 그리고 릴레이션 스키마를 정의하였으며 상태 변화의 모니터링, 이벤트의 추적, 그리고 데이터의 필터링을 가능하게 하는 기본 질의를 제시하였다. 시간지원 RFID 데이터 모델에 기반을 둔 데이터 필터링 기법을 제안하고 성능 분석을 통하여 데이터 필터링 능력과 질의 처리 속도에서 성능이 향상됨을 보였다.

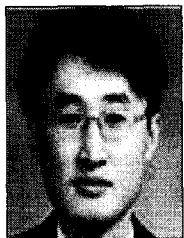
참고 문헌

- [1] <http://www.walmartstores.com>
- [2] L. Sparks and B. A. Wagner, "Retail exchanges: A research agenda," *Supply Chain Management*, Vol.8, No.1, pp.17-25, 2003.
- [3] S. Liu, F. Wang, and P. Liu, "Integrated RFID Data Modeling: An Approach for Querying Physical Objects in Pervasive Computing," *CIKM'06*, Nov. 2006.
- [4] Y. Bai, F. Wang, and P. Liu, "Efficiently Filtering RFID Data Streams," *CleanDB*, Sep. 2006.
- [5] I. Bose and R. Pal, "Auto-ID: Managing anything, anywhere, anytime in the supply chain," *Communications of the ACM*, Vol.48, No.8, pp.100-106, Aug. 2005.
- [6] V. D. Berg, J. P. and W. H. M. Zijm, "Models for Warehouse Management: Classification and Examples," *International Journal of Production Economics*, Vol.59, pp.519-528, 1999.
- [7] <http://www.epcglobalinc.org>
- [8] B. Srivastava, "Radio Frequency ID Technology: The Next Revolution in SCM," *Business Horizons*, Vol.47, No.6, pp.60-68, 2004.
- [9] F. Wamba et al., "Enabling Intelligent B-to-B eCommerce Supply Chain Management using RFID and the EPC Network: a Case Study in the Retail Industry," *International Journal of Networking and Virtual Organizations*, Vol.3, No.4, pp.450-462, 2006.
- [10] <http://www.supply-chain.org/slides/SCOR5.0OverviewBooklet.pdf>
- [11] A. Asif and M. Mandviwalla, "Integrating the supply chain with RFID: A technical and business analysis," *Communications of the Association for Information Systems*, Vol.15, pp.393-427, 2005
- [12] E. W. T. Ngai, T. C. E. Cheng, S. Au, and K. H. Lai, "Mobile commerce integrated with RFID technology in a container depot," *Decision Support System*, Vol.43, No.1, pp.62-76, 2007.
- [13] L. Castro and S. F. Wamba, "An Inside Look at RFID Technology," *Journal of Technology Management & Innovation*, Vol.2, pp.128-141, 2007.
- [14] F. Wang and P. Liu, "Temporal Management of RFID Data," *Proceeding of the 31st VLDB Conference*, pp.1128-1139, 2005.

저 자 소 개

윤 홍 원(Hong-Won Yun)

정회원



- 1986년 2월 : 부산대학교 계산통계학과(이학사)
- 1990년 2월 : 한국외국어대학교 경영정보대학원 전자계산학과(이학석사)
- 1998년 8월 : 부산대학교 전자계산학과(이학박사)

산학과(이학박사)

- 1996년 9월 ~ 현재 : 신라대학교 IT학과 교수

<관심분야> : 데이터베이스, 센서 네트워크, 시맨틱웹, 이터닝