

# RFID 애플리케이션을 위한 분산 이벤트 처리 모델\*

김명옥<sup>0</sup> 류기열 이정태

아주대학교

{saram<sup>0</sup>, kryu, jungtae}@ajou.ac.kr

## Distributed event processing model for RFID application

Myung-Uk Kim<sup>0</sup> Ki-Yeol Ryu Jung-Tae Lee

Ajou University

### 요 약

유비쿼터스 환경의 RFID 애플리케이션을 위해 RFID 태그에서 발생하는 베이직 이벤트와 복합 이벤트인 시맨틱 이벤트의 두 가지로 이벤트를 분류하고 이중화된 구조의 분산 이벤트 네트워크 아키텍처 모델을 제안한다. 이중화된 구조는 각각 베이직 이벤트의 전달을 위한 아래쪽 이벤트망, 시맨틱 이벤트의 전달을 위한 위쪽 이벤트망으로 구성된다. 제안한 모델은 이벤트 통지 서비스와 메시지 서비스를 응용한 이벤트 등록 및 전달 구조를 사용하여 작업 부하를 애플리케이션에서 미들웨어로 이전함으로써 전체 작업의 양을 감소시킬 수 있고 시맨틱 이벤트를 사용함으로써 미들웨어-애플리케이션 통신량을 줄일 수 있다.

### 1. 서론

현재 물류, 판매 분야에서 주로 이용되는 RFID 기반 애플리케이션은 바코드가 붙은 상품을 구매할 때 계산대에서 스캐닝하는 것처럼 단순히 리더기로 태그를 인식하여 그 정보를 수집하여 애플리케이션 단의 로직을 수행한 뒤 어떤 결과를 도출해내는 형태로 되어 있다.

하지만 본격적인 유비쿼터스[1] 환경이 구축되면 사물에 부착된 RFID 태그의 움직임이 자동으로 인식하고 위치를 파악하는 방법으로 확장하게 된다. 이런 상황에서 RFID 애플리케이션은 기존의 일반 애플리케이션과는 달리 태그가 이동하는 위치에 따라 자동으로 특정 리더기에 인식되어 발생하는 이벤트로부터 프로그램이 수행되어야 할 로직을 결정하는 형태이기 때문에 리더기가 즉시 이벤트를 보고할 미들웨어가 반드시 존재해야 한다.

마찬가지로 RFID 애플리케이션은 직접 리더기와 연결되지 않고 이벤트를 중계해 줄 미들웨어에 자신을 등록하는 형식이다. 미들웨어는 리더기에서 보고한 이벤트를 자신에게 등록한 애플리케이션에 개별적으로 전달하지 않고 어떤 규칙에 의해 이벤트를 병합, 가공하는 과정을 먼저 수행해야 하는데 그 이유는 미들웨어에 등록되어 있는 애플리케이션의 개수가 많기 때문에 공통적인 로직을 미들웨어에서 미리 수행하여 애플리케이션의 작업 부하를 미들웨어에 이전하여 전체 작업의 양을 줄이고 중복되는 메시지를 줄임으로써 미들웨어-애플리케이션 간의 통신량을 줄이기 위한 것이다. 이는 초당 수백개의 RFID 태그 인식이 이루어지는 유비쿼터스 환경의 특성에 기인한다.

이렇게 미들웨어에서 수행된 애플리케이션이 원하는 로직의 결과를 리더기에서 올려주는 단순한 이벤트와는 다른 종류의 이벤트로써 애플리케이션이 전달받아야 한다. 그래서 이벤트 처리를 위한 네트워크는 리더기에서 발생한 이벤

트가 전달되는 아래쪽과 리더기 이벤트의 조합으로 표현된 복합 이벤트가 전달되는 위쪽의 이중화된 구조로 정의된다.

따라서 본 논문에서는 앞의 내용을 반영한 분산 이벤트 처리를 위한 이벤트 네트워크 아키텍처 모델을 제안한다. 3장에서 이벤트 네트워크 아키텍처에 대해 설명하고 4장에서는 베이직 이벤트의 등록 및 전송, 5장에서는 시맨틱 이벤트의 등록 및 전송에 대해 설명하도록 한다.

### 2. 관련 연구

#### 2.1 이벤트 통지 서비스

이벤트 통지 서비스[2]의 일반적인 구조는 그림 1과 같이 이벤트 서비스와 클라이언트의 두가지 영역으로 나누어진다. 클라이언트는 이벤트 발표자(event publisher)와 이벤트 등록자(event subscriber)로 나누어진다. 이벤트 등록자는 이벤트 서비스에 이벤트를 등록하거나 해지 또는 수신하고, 이벤트 발표자는 이벤트를 생성하여 클라이언트에 전달하기 위해서 이벤트 서비스에 이벤트를 발표한다. 이벤트 서비스는 이벤트 서버들의 네트워크와 이루어지며 이벤트 등록이나 해지, 이벤트의 전달을 담당하는 이벤트 브로커이다.

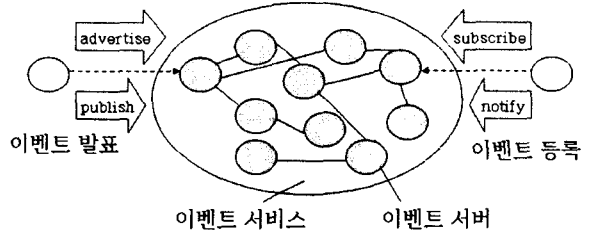


그림 1 이벤트 통지 서비스의 일반적인 구조

이러한 이벤트 서비스에서 가장 중요한 부분은 이벤트 정보에 대한 라우팅이다. 이벤트 서버는 이벤트 발표자 혹

\* 본 연구는 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워크 원천기반기술 개발사업인 21세기 프론티어 사업단에 의해 지원되었음

은 다른 이벤트 서버에서 전달된 이벤트를 적절하게 라우팅하기 위해서 속성들의 집합 정보를 로컬에 가지고 있어야 한다. 하나의 속성은 (type, name, value)의 세가지 요소로 이루어진다.

### 2.2 메시징 서비스

메시지 지향 미들웨어 안에서 메시지 발표자로부터 메시지 등록자에게로 메시지가 라우팅 되는 서비스를 말하는 것으로 메시지 송신자로부터 올바른 내용이 메시지 수신자로 전달될 책임을 미들웨어가 보장한다[3]. 이러한 시스템은 약한 결합 구조를 가지고 있기 때문에 많은 수의 메시지 수신자가 존재할 경우에 메시지 송신자가 일일이 메시지의 추적을 하지 않고 안전하게 메시지를 전송할 수 있다는 것이 장점이다.

### 3. 이벤트 네트워크 아키텍처

리더기에서 전달하는 단순한 이벤트를 베이직 이벤트라고 하고 애플리케이션이 정한 특정한 의미를 가지는 이벤트를 시맨틱 이벤트라고 하고 베이직 이벤트나 시맨틱 이벤트의 조합으로 표현된다.

RFID 애플리케이션에서 통지받고자 하는 것은 리더기를 통한 태그의 인식에 대한 자세한 세부적인 이벤트 리스트보다는 "물건을 모두 실은 화물차가 도착했다"는 형태의 의미를 가진 메시지의 전달이다. 이러한 의미를 가진 메시지 이벤트를 시맨틱 이벤트라고 하는데 이 이벤트는 "2441번 차량 통과", "차량에 사과 10박스 적재", "김씨가 운전자"의 시맨틱 이벤트가 조합된 것이다. 또한 시맨틱 이벤트는 리더기가 전달한 베이직 이벤트의 조합일 수도 있다.

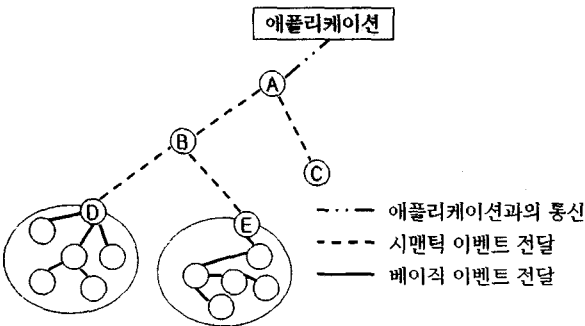


그림 2 이벤트 네트워크 아키텍처

그림 2는 이벤트를 전달받고 싶어하는 애플리케이션과 이벤트를 수집, 전달하는 미들웨어 그리고 미들웨어 사이에서 전달되는 베이직, 시맨틱 이벤트의 흐름을 표현한 이벤트 네트워크 아키텍처이다. 여기서 각각의 작은 원은 미들웨어를 나타내며 실선은 미들웨어 간의 베이직 이벤트의 전달 경로, 점선은 미들웨어 간의 시맨틱 이벤트의 전달 경로, 이점패선은 애플리케이션과 최종 미들웨어와의 통신 경로를 의미한다.

이벤트 네트워크 아키텍처에서 큰 원의 내부와 외부를 연결하는 D, E와 같이 베이직 이벤트를 모아서 시맨틱 이벤

트로 내놓는 미들웨어, A, B, C와 같이 시맨틱 이벤트를 모아서 다른 내용의 시맨틱 이벤트로 내놓는 미들웨어를 통틀어 포트 미들웨어라고 일컫는다.

애플리케이션과 직접적으로 통신하는 A와 같은 미들웨어는 하단의 B, C에서 전달받은 이벤트를 취합한 뒤 이벤트 매칭 조건이 만족되면 애플리케이션이 등록한 메시지의 형태로 전달한다.

이중화된 구조에서 베이직 이벤트 망은 체계화된 이벤트 통지 서비스 관리 구조에 의해 이벤트를 포트 미들웨어로 전달하고 시맨틱 이벤트 망은 자기 포트 미들웨어에서 등록한 하위 미들웨어로부터 시맨틱 이벤트를 통지받아 자신에게 등록된 상위 미들웨어가 존재하면 통지받은 이벤트를 상위 미들웨어가 등록한 형식의 시맨틱 이벤트로 조합한 뒤 전달한다.

최하단의 D, E와 같은 포트 미들웨어를 중심으로 베이직 이벤트로 묶인 망을 하나의 지역으로 본다. 지역은 애플리케이션에 따라서 가상적으로 구성되는 개념이기 때문에 동적으로 증복, 상충되게 구성될 수도 있다. 이런 지역 개념은 물류와 같은 응용에서 지역단위의 이벤트 망으로 유용하게 이용된다. 이전의 이벤트 통지 서비스와 같은 연구에서는 지역개념이 존재하지 않아서 항상 브로드캐스팅이 되었지만 이벤트 네트워크 아키텍처에서는 지역을 이용하여 자연스럽게 한 지역으로만 이벤트를 전달하는 멀티캐스팅을 지원할 수 있다.

### 4. 베이직 이벤트의 등록 및 전송

리더기가 RFID 태그를 인식하여 미들웨어로 전달하는 이벤트를 베이직 이벤트라고 하며 베이직 이벤트는 name과 value 값의 쌍으로 이루어지는데 name에는 uID 서버 ID, 리더기 ID, 인식된 시간, uID(제조사, 객체타입, 시리얼 넘버)가 선택될 수 있고 value는 name의 종류에 따라 적절한 값이 할당된다. 이런 베이직 이벤트는 이벤트 네트워크 아키텍처의 한 미들웨어에서 이벤트 통지 서비스에 의해 다른 미들웨어로 전송되며 그림 2의 D, E와 같은 포트 미들웨어에 의해 최종적으로 수집되어 매칭 과정을 통해 매칭된 시맨틱 이벤트로 변환되어 전송된다.

#### 4.1 이벤트의 등록

이벤트 등록을 하는 미들웨어는 자기와 연결된 다른 미들웨어에서 발생하는 이벤트를 전송받기 위해서 name과 value의 쌍으로 구성된 아래의 표 1과 같은 필터를 각각의 미들웨어에 전송한다. 이러한 필터를 전송받은 미들웨어는 등록자와 필터를 기록해 두고 향후 리더기로부터 전달받은 데이터와 비교하는 목적으로 사용한다. 기록된 정보는 등록한 미들웨어가 등록해지 메시지를 보내기 전까지 보관된다.

```
long epcmanager=3000, 3001, 3002
long objectclass=877
```

표 1 필터의 예

#### 4.2 이벤트의 매칭, 전송

미들웨어는 자신에게 필터를 등록한 미들웨어에게 리더

기에서 전달받은 베이직 이벤트를 전달하기 위해 이벤트 등록자와 필터를 저장하고 있다. 이벤트를 전달하기 위해서는 우선 매칭 과정을 통해 관리하고 있는 필터 정보와 이벤트를 비교하여 매칭하면 적절한 미들웨어로 이벤트를 전달한다. 매칭과정은 베이직 이벤트가 논리적으로 포함되는 필터가 있는가 비교하는 작업이며 조건을 만족하는 필터는 없을 수도 있고 여러개의 미들웨어에서 등록하였기 때문에 여러개가 존재할 수도 있다.

매칭 결과가 참인 필터에 대해서 그 필터를 등록한 미들웨어에게 리더기로부터 전달받은 베이직 이벤트를 전달한다. 등록자에게 전달되는 경로는 등록이 전달된 경로의 역경로이다. 이 역경로를 계산하기 위해서 poset에 저장된 등록자 정보와 이벤트 생성자를 위한 spanning tree의 정보를 이용한다.[4]

### 5. 시맨틱 이벤트의 등록 및 전송

시맨틱 이벤트는 애플리케이션 고유의 name과 value 값의 쌍으로 이루어지는데 value는 그림 3과 같이 이벤트 변환기를 통해 하나 이상의 이벤트가 결합된 것으로 표현된다. 변환된 시맨틱 이벤트는 여러 가지 이벤트의 트리 형태의 모양으로 표현된다.

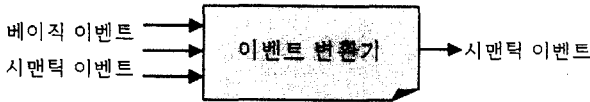


그림 3 시맨틱 이벤트 변환기

#### 5.1 이벤트의 등록

시맨틱 이벤트는 베이직 이벤트의 단순한 name, value의 구조와는 달리 이벤트 자체가 그림 4와 같이 베이직, 시맨틱 이벤트의 트리 형태 조합으로 구성되므로 트리를 이벤트 네트워크 아키텍처에 분산 이식함으로써 시맨틱 이벤트가 등록되게 된다.

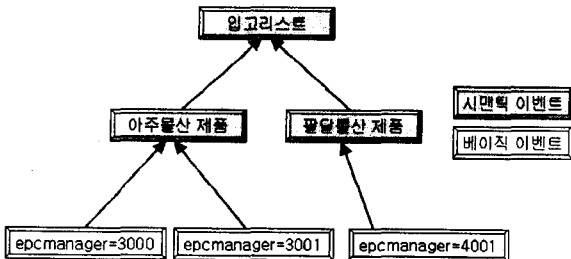


그림 4 시맨틱 이벤트의 구조

이벤트 네트워크 아키텍처에 시맨틱 이벤트를 분산 이식하기 위해서 트리 구조로 표현된 시맨틱 이벤트를 루트 노드부터 단말 노드로 차례대로 내려가면서 이벤트 네트워크 아키텍처에서 이벤트가 등록될 수 있는 미들웨어를 찾는 과정을 반복 수행해야 한다.

#### 5.2 이벤트의 전송

각각의 미들웨어가 이벤트 메시지를 전달할 수 있는 구

조를 가지고 있다는 점에서 착안하여 메시징 서비스 방법을 이용하여 시맨틱 이벤트를 전송한다.

### 6. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 유비쿼터스 환경의 RFID 애플리케이션을 위한 이중화된 구조의 분산 이벤트 네트워크 아키텍처 모델에 대해 알아보았다. 이벤트 네트워크 아키텍처는 아래쪽의 리더기에서 발생한 베이직 이벤트가 전달되는 아래쪽과 이벤트의 조합으로 특정 의미를 가지는 시맨틱 이벤트가 전달되는 위쪽의 이중구조를 가지며 위, 아래의 양쪽당은 이벤트 통지 서비스와 메시징 서비스를 응용한 이벤트 등록 및 전송 구조를 가진다. 애플리케이션에서 시맨틱 이벤트를 등록하면 이는 트리 형태의 구조를 가진채 이벤트 네트워크에 분산 이식되어 각 미들웨어에서 전달되는 이벤트를 받아 애플리케이션에 시맨틱 이벤트가 최종 전송된다.

이 이벤트 네트워크 아키텍처를 사용함으로써 인해 다수의 애플리케이션에서 작업해야 할 부하를 미들웨어로 이전하여 전체 작업의 양을 줄이고 시맨틱 이벤트를 이용함으로써 인해 초당 수백개의 태그 인식으로부터 발생하는 미들웨어-애플리케이션 통신량을 줄일 수 있다.

향후 애플리케이션이 필터를 등록할 때 등록 과정을 자동으로 생성하여 다수의 이벤트가 주어졌을 경우 얼마나 성능을 개선할 수 있는지에 대한 시뮬레이션 작업을 수행하여 개선된 성능에 대한 정량적인 측정에 대한 연구를 할 계획이다. 또한 각각의 미들웨어가 이벤트를 전달할 수 있는 구조를 가지고 있다는 점은 각각의 단말이 라우팅 서비스를 하는 Ad-Hoc 네트워크에 그대로 적용가능 하므로 Ad-Hoc 분야의 라우팅 알고리즘[5]을 이용하여 이벤트 처리 모델을 적용할 계획이다.

### 참고 문헌

1. Hansmann, U., Merk, L., Nicklous, M.S., Stober, Th., Pervasive Computing Handbook, Spinger, Berlin etc. 2001
2. A. Carzaniga, D.S. Rosenblum, and A.L. Wolf, "Design and Evaluation of a Wide-Area Event Notification Service," ACM Transactions on Computer Systems, 19(3), Aug. 2001, 332-383.
3. M. Hapner, et.al. Java Message Service, Version 1.0.2 Sun Microsystems, Nov.9.1999.
4. 정종윤, 류기열, 이정태, "SIENA의 이벤트 라우팅 알고리즘의 개선", 2001년도 한국정보과학회 추계학술발표회, 한국정보과학회, 제28권, 제2호, pp. 337-339, 2001.10
5. Routing Protocols for Ad Hoc Network, <http://www.discover.uottawa.ca/~candy/projects%5C523%5Cpresentation.pdf>