

RFID에서의 복합 이벤트 처리를 위한 스트림 이벤트 마이닝 기법

정희원 박용민*, 오영환**

The stream event mining method for complex event processing from RFID

Yong-min Park*, Young-hwan Oh** *Regular Members*

요약

RFID 기술은 객체 식별 및 모니터링 목적을 위해 사용된다. 이러한 RFID 시스템은 실시간 연속적인 데이터를 무한히 발생하는 특징을 가지며 이러한 데이터를 효율적으로 처리할 수 있는 연구가 요구되어진다. 실시간 연속적인 데이터를 효율적으로 처리하기 위한 방법으로 이벤트 기반의 복합 이벤트 처리기술이 사용되고 있다. 이러한 복합 이벤트 처리 기술은 이벤트간의 상호 연관성을 분석하기 위해 규칙(Rule) 기반의 이벤트 처리 기술을 사용한다. 복합 이벤트 처리기술은 사용자가 이벤트 스트림으로부터 자신들이 원하는 정보를 미리 규칙으로 정의하여 등록하고, 입력되는 이벤트 스트림 중 정의된 규칙에 부합하는 이벤트를 추출하는 기술이다. 하지만 사용자가 많거나 한 사용자가 여러 규칙을 등록하게 되면 이벤트 처리기에서는 여러 규칙을 처리해야 하며 많은 양의 연속적인 이벤트와 규칙을 처리하는 방법에 따라 이벤트 처리 효율성이 달라질 수 있다. 본 연구에서는 입력되는 RFID 이벤트를 스트림 마이닝에서의 빈발항목 탐색기법을 이용하여 빈발항목을 탐색하고 이를 통해 미리 정의된 규칙을 빈발항목에 고려하여 규칙의 순위를 변경하여 입력되는 이벤트 스트림을 해당 규칙에게로 보다 빠르게 찾을 수 있도록 알고리즘을 제안한다. 실험 결과 제안하는 알고리즘은 기존의 순차 탐색 알고리즘과 비교하여 이벤트 탐색 시간을 줄임으로 우수성을 확인하였다.

Key Words : RFID, Complex Event Processing(CEP), Stream Data Mining, Frequent Pattern

ABSTRACT

RFID technology is gaining adoption on an increasing scale for tracking and monitoring purposes. Wide deployments of RFID system will soon generate an unprecedented volume of data. Emerging application require the REID data to be filtered and correlated for complex pattern detection and transformed to events that provide meaningful, actionable information to end application. Efficiently processing a real-time continuous data the complex event processing technique of event base is used with the method for. Like this complex event processing technique uses the event processing technique of Rule-based which analyzes characteristic of event for. Complex event processing technique the user the themselves wants from event stream about under justice to register information which in the event stream which is input it is a technique which extracts the event which corresponds in the rule which is defined. In this work, RFID events which are input frequency item search technique from stream mining about under using it will search a frequency item from the research

* 광운대학교 전자통신공학과 통신망 연구실(thinkp@kw.ac.kr), **광운대학교 전자통신공학과 통신망 연구실(11980002@kw.ac.kr)
논문번호 : 09032-0602, 접수일자 : 2009년 6월 2일

which it sees and it will reach and to lead the rule which is defined in advance frequency item about under considering to corresponding rule to see the event stream which about under the order change is input the ranking of rule an algorithm the possibility of seeking quickly in order to be, it proposes. Experimental result the algorithm which it proposes about under sequential search algorithm and comparison of existing reduces an event search time with confirmed a superiority.

I. 서 론

유비쿼터스 서비스는 상황에 맞게 적시에 찾아가는 서비스를 제공하는 것으로 다양한 서비스 모델과 이를 실현하기 위한 인터넷과 네트워크 기술들이 연구 개발 되고 있다. 이와 같은 상황에 맞는 서비스 혹은 상황을 예측하여 능동적인 서비스를 제공하기 위해서는 개인의 주변에서 발생하고 있는 다양한 정보, 즉 위치 정보, 환경 정보 등과 사용자의 행동 패턴과 같은 이력 정보, 더불어 개인과 직접적인 관계는 없으나 개인에게 영향을 미칠 수 있는 이벤트 등 실세계에서 발생하는 다양한 스트림 형태의 이벤트 정보를 종합적으로 분석하여 서비스를 연동하는 기술이 요구되고 있다¹⁾.

최근 이러한 이벤트 간의 상호 연관성을 분석하여 서비스를 연동하는 기술로 복합 이벤트 처리 기술이 이슈화 되고 있다. 복합 이벤트 처리 기술은 규칙을 기반으로 기업에서 발생하는 복잡한 이벤트들을 탐지하고 관리하기 위해 필요한 기술이다²⁾. 하지만 그림 1과 같이 복합 이벤트 처리 기술은 사용자들이 원하는 정보를 규칙으로 등록하여 결과를 얻게 되며, 이로 인해 사용자가 많거나 한 사용자가 여러 규칙을 등록하면 이벤트 처리기에서는 모든 규칙에 대해 모든 입력 이벤트 스트림을 하나하나 다 비교해야하므로 이벤트 스트림 데이터 하나당 규칙의 수만큼 순차적으로 비교를 해야하는 문제점을 가지고 있다. 즉, 많은 양의 연속적인 데이터와 규칙을 처리하는 방법에 따라 이벤트 처리의 효율성이 달라 질 수 있다. 따라서 다중의 규칙을 효율적으로 처리하는 방법에 대해서 연구할 필요가 있다.

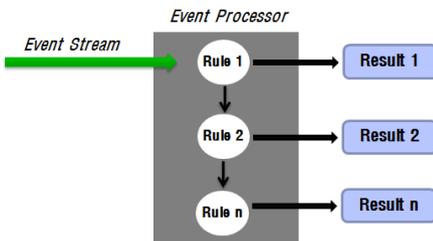


그림 1. Linear 탐색 방법
Fig. 1. Search method of Linerar

본 논문에서는 미리 정의된 다중의 규칙을 효율적으로 처리하는 방법에 주안점을 두었다. 이를 위해 연속적이고 빠르게 증가하는 무한의 데이터를 처리할 수 있는 스트림 이벤트 마이닝 기법을 제안하였다. 우선 복합 이벤트 처리를 위해 스트림 형태로 입력되는 RFID 데이터를 이벤트로 정의하고, 입력되는 이벤트를 통해 스트림 데이터 마이닝 기법 중 빈발 항목 탐색 알고리즘을 적용하여 빈발 항목을 추출한다. 이를 통해 미리 정의된 다중 규칙을 입력된 이벤트의 빈발 항목을 고려하여 규칙의 우선순위를 부여하여 입력되는 이벤트 스트림에 대해 규칙을 보다 빠르게 검색할 수 있도록 하고자 한다. 본 논문의 구성은 2장에서는 관련연구로 복합 이벤트 처리 기술과 스트림 데이터 마이닝의 빈발 항목 탐색에 대해 설명하며, 3장에서는 제안하는 스트림 이벤트 마이닝에 관한 기본 개념 및 구현에 대해 설명한다. 4장에서는 성능 평가로 기존의 순차 탐색과 비교하여 우수성을 증명하며 마지막 5장에서는 결론 및 고찰에 대해 설명한다.

II. 관련 연구

2.1 이벤트 기반 아키텍처(Event-Driven Architecture)

이벤트 기반 아키텍처는 서비스 기반으로 통합된 정보시스템 구조에서 다양한 이벤트 상황을 바탕으로 이벤트 교환, 이벤트 트리거, 실시간 대응을 구현하고자 한다. 이벤트 기반 아키텍처를 지원하는 다양한 기술들이 실제 응용들에서 이미 사용되고 있으며 이벤트 처리 방법에 따라 크게 다음과 같이 나눌 수 있다^{3),4)}.

- 단순 이벤트 처리 : 발생한 이벤트들은 모두 의미 있는 이벤트로 간주하고 각각의 이벤트 내용에 따라 액션을 수행한다. Publish/subscribe 방식이나 중재 방식에 의해 이벤트 처리를 제공한다.
- 스트림 이벤트 처리 : 의미있는 이벤트와 무의미한 이벤트가 같이 발생하는 대량의 이벤트 스트림을 대상으로 하며, 필터링 등을 수행하여

의미있는 이벤트 정보만 뽑아서 응용에 전달 혹은 서비스와 연동한다. RFID, USN 미들웨어 등이 이에 해당한다.

- 복합 이벤트 처리 : 여러 이벤트 소스로부터 발생한 이벤트를 대상으로 이벤트들이 영향을 분석하여 대응되는 액션을 수행한다. 단순 이벤트 처리가 하나의 이벤트를 대상으로 한 반면, 복합 이벤트 처리는 여러 이벤트간의 다양한 관계를 분석한다. 복합 이벤트 처리는 BAM (Business Activity Monitoring) 패키지에 내장되고 제공되거나 별도의 복합 이벤트 처리 시스템으로 제공되기도 한다.

이 중 복합 이벤트 처리는 기업에서 발생하는 복잡한 이벤트들을 탐지하고 관리하기 위해 필요한 기술이다. 복합 이벤트 처리의 목적 중 하나는 복잡한 비즈니스 환경에서 수 없이 발생하는 이벤트들에 대한 이해를 돕는 것이다. 복합 이벤트 처리를 통해서 특정 이벤트가 무엇에 의해서 발생했는지 알 수 있고, 그것을 바탕으로 대응하는 룰을 만들어 실행에 옮길 수 있다. 결국, 복합 이벤트 처리는 어떠한 액션을 취하는 데에 기본적인 바탕을 제공해 준다^[2].

일반적인 복합 이벤트 처리에서 이벤트는 단순 이벤트(simple event)와 복합 이벤트(complex event)로 구성된다. 단순 이벤트는 하나의 이벤트로 표현되며, 복합 이벤트는 단순 이벤트의 조합으로 표현된다. RFID의 단순 이벤트는 (ID, L, T)로 정의 할 수 있다. 여기서, ID는 RFID 태그 ID를 나타내며, L은 위치, T는 발생한 이벤트의 시간을 나타낸다.

복합 이벤트는 단순 이벤트의 연관성을 기초로만 들어지며, 의미있는 데이터로 변환하여 응용 계층으로 전송한다. 복합 이벤트 언어는 DBMS에서 사용하는 SQL과 비슷하며 다음과 같이 나타낸다^{[5][6]}.

```
SELECT [result]
FROM [input event streams]
WHERE [condition]
WITHIN [time]
```

SELECT는 입력된 단순 이벤트를 고려한 조합된 복합 이벤트를 나타내며 복합 이벤트 처리의 최종 결과로 상위 응용 계층으로 전송된다. FROM은 입력된 단순 이벤트 스트림을 나타내며, WHERE은 의미 있는 복합 이벤트를 나타내기 위한 조건이며, WITHIN은 이벤트 발생 시간을 나타낸다.

Luckham은 복합 이벤트 처리의 구현을 위해 RAPIDE 언어를 개발하였으며 이벤트의 연관성(causality) 정보를 사용하여, 이벤트 poset (partially ordered set of events)를 정의하였다. 이를 바탕으로 이벤트 패턴, 추출, 결합(event pattern, filtering, aggregation) 등의 기술을 사용하여 시스템 프로토타입을 개발하였다^[7].

Perrochon은 모니터링 시스템 구축을 위한 이벤트 처리 아키텍처(event processing architecture)를 제안하는데, 적용된 이벤트 처리 기술을 이벤트 마이닝(event mining)이라 부르기도 한다. 복합 이벤트 처리 기반의 모니터링 기법을 특정 영역에 적용하는 연구가 진행되었다^[8].

2.2 스트림 데이터 마이닝(Stream Data Mining)

기존의 응용 프로그램에서는 데이터 원본들이 주로 디스크나 테이프에 데이터가 들어있다는 관점 하에 이들에 대한 순차 접근이나 임의 접근이 가능하다고 보았다. 하지만 최근에 이르러 많은 응용 분야에 있어서 이러한 관점이 더 이상 유효하지 않게 되었다. 따라서 기존의 데이터 원본에 대한 관점이 유효하지 않은 이러한 분야에서는 질의 처리나 데이터 마이닝에 관한 새로운 많은 이슈들이 발생하게 되는데, 특히 데이터 마이닝에 관련된 이러한 이슈들에 대한 연구를 스트림 데이터 마이닝이라고 부른다^[9].

스트림 데이터는 시간의 가변성에 영향을 받기 때문에 빈발항목이 아니었던 항목들이 시간이 경과함에 따라 빈발항목이 될 수 있다. 또한 데이터의 양은 무한대로 간주되기 때문에 한정된 메모리 공간에 모든 항목을 저장하는 것은 불가능하다. 최근 들어 저장장치의 발전과 네트워크의 발전으로 지속적으로 대량의 데이터가 생성되고 있으며 이러한 데이터 스트림에서의 빈발항목 탐색방법들은 다양하게 연구되고 있다. 대표적인 빈발항목 탐색 알고리즘으로 Count Sketch, Lossy Counting, Moment, FP-stream등이 있다. Count Sketch 알고리즘은 데이터 스트림에서 단위 항목들의 빈발도수에 중점을 두고 있으며^[10], Lossy Counting 알고리즘은 최소 지지도와 최대 허용 오차 조건이 주어졌을 때 데이터 스트림에서 발생한 빈발항목들의 집합을 찾는다^[11]. 하지만 이들 알고리즘들은 시간을 고려하지 않고 단순히 데이터 집합에서 빈발항목만을 탐색하는데 중점을 두고 있다. 한정적인 가용 메모리 공간을 사용하는 슬라이딩 윈도우에 대한 빈발항목 탐색뿐만 아니라 빈발항목에 근접한 항목들까지 탐색하는 Moment 알고리즘은 CET (Closed Enumeration Tree)라는 prefix tree와 유사한

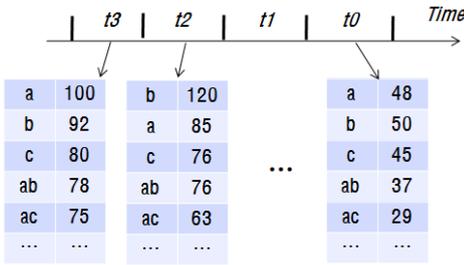


그림 2. Tilted-Time Windows를 이용한 빈발항목
Fig. 2. Frequency Items using Tilted-Time Windows method

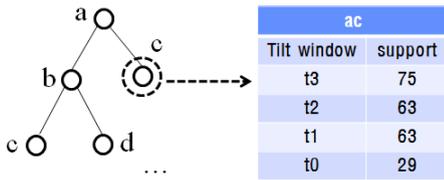


그림 3. Tilted-Time Windows를 접목시킨 Pattern-Tree
Fig. 3. Pattern-Tree construct using Tilted-Time Windows method

트리 구조를 생성한다. CET에서는 최대 빈발항목과 빈발항목, 근접 빈발항목을 저장하기 때문에 시간이 흐름에 따른 빈발항목의 변화를 알아낼 수 있으며, 메모리를 효율적으로 관리하며 빈발항목을 탐색할 수 있다^[12]. FP-stream 알고리즘은 FP-growth를 데이터 스트림에 적절하게 변형시킨 알고리즘이다. 이 알고리즘은 데이터 집합을 최소 지지도와 최대 허용오차를 통하여 크게 빈발항목, 부분 빈발항목, 빈발하지 않은 항목으로 구분하며 Pattern-Tree와 Tilted-Time Windows를 사용한다. 또한 Pattern-Tree에 빈발항목을 저장하고 그림 2와 같은 Tilted-Time Windows라는 고정된 크기의 윈도우를 사용하여 현 시점까지의 빈발항목을 추적하여 최근의 빈발항목의 변화를 용이하게 파악한다. 그림 3은 Tilted-Time Windows를 Pattern-Tree에 접목시킨 것으로, 한정된 메모리 사용량을 효율적으로 활용할 수 있다^[13]. 본 논문에서는 입력되는 이벤트 스트림의 빈발항목을 탐색하기 위해 시간을 고려한 FP-stream 알고리즘을 사용한다.

III. 제한하는 스트림 이벤트 마이닝 기법

본 장에서는 기존의 규칙 기반의 복합 이벤트 처리 방식에 있어서 입력 이벤트 스트림에 대한 순차적인 규칙 탐색 방식의 문제점 개선을 통해 입력 이벤트 스트림에 대해 규칙을 보다 빠르게 검색할 수

있도록 알고리즘을 제안한다.

3.1 기본 개념

그림 4와 같이 실시간 스트림 형태로 입력되는 RFID 데이터는 이벤트 형태로 처리되기 위해 먼저 단순 이벤트 형태로 구성된다.



그림 4. 단순 이벤트로의 변환
Fig. 4. Transform to Basic Event

구성된 단순 이벤트는 그림 5와 같이 입력되는 이벤트 스트림에서 이벤트를 기준으로 빈발항목을 탐색한다. 이벤트 스트림에서의 빈발항목 탐색은 시간 윈도우를 기반으로 한 FP-stream 알고리즘을 사용하여 빈발항목을 탐색한다. 여기서 t_0 에서의 이벤트 빈발항목은 A이벤트 32번, B이벤트 50번, C이벤트 20번이 빈발항목을 나타낸다.

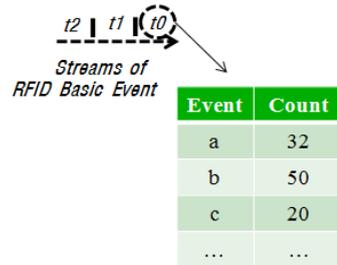


그림 5. RFID 이벤트 스트림으로 부터의 빈발항목 탐색
Fig. 5. Frequency Items search from RFID event stream

사용자에 의해 미리 정의된 규칙들을 Rule set으로 정의하면 그림 6과 같이 표로 나타낼 수 있다. 여기서 Rule 1은 현재를 기준으로 앞으로 12시간 동안 발생하는 이벤트 중 a 이벤트만을 고려하며 a 이벤트의 위치가 Exit에서 감지된 이벤트만 추출한다. 추출된 이벤트는 상위 Application에 이벤트 a에서 발생한 시간을 전송하게 된다. 이렇게 Rule에서 나타난 이벤트를 표에 정의하면 Rule 1은 a 이벤트 만을 정의하고 있으므로 a로 표시되며, Rule 2는 a, b 이벤트, Rule 3은 b, c 이벤트 Rule 4는 a, b, c 이벤트 등으로 나타낼 수 있다. 이러한 표를 통해 실시간 입력 이벤트 스트림에서 임의의 시간동안 발생하는 이벤트의 빈발항목을 고려하여 미리 정의된 Rule의 순서를 변경한다. Rule의 순서 변경은 Rule set에서 빈발

항목이 높은 이벤트를 가지는 Rule을 추출 함으로써 순서를 변경한다. 이를 통해 입력되는 이벤트 스트림을 해당 Rule에게로 보다 빠르게 찾을 수 있도록 한다.

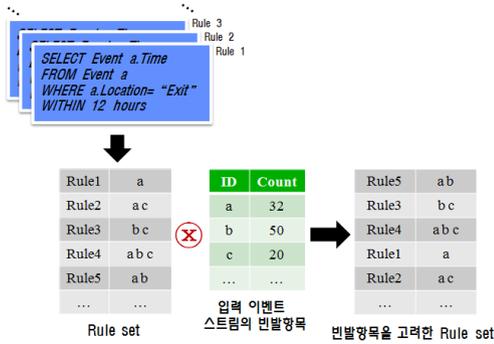


그림 6. 빈발항목을 고려한 Rule set 정의
Fig. 6. Rule set considering the defined frequency items

3.2 시스템 구현

본 논문에서는 RFID기반 복합 이벤트 처리를 위한 이벤트 마이닝 기법을 제안하였다. 제안한 시스템의 구현을 위해 RFID 시스템은 키스컴사의 KIS900W4CH Dev Kit를 사용 하였다. 이는 900MHz의 대역을 사용하는 수동 태그로 Multi-Protocol(EM(V3, V4), ISO 18000-6B/C, Class1, Gen2)를 지원한다. 연구에 사용된 태그는 96비트 GID(General Identifier) EPC 코드를 사용하였다. 입력되는 이벤트 스트림의 빈발항목 탐색 및 미리 정의 된 규칙의 순서 변경은 자바를 사용하여 Eclipse 자바 통합 개발 환경에서 구현하였다.

제안하는 시스템의 구조는 그림 7과 같다. 입력되는 RFID 데이터 스트림은 Event constructor에서 단순 이벤트로 구성이 되며, 이 단순 이벤트는 임의의 시간을 기준으로 빈발항목을 생성하게 된다. 생성된 빈발항목을 통해 미리정의된 규칙의 순서를 변경하여 입력된 스트림을 해당 규칙에게로 보다 빠르게 탐색할 수 있도록 하였다.

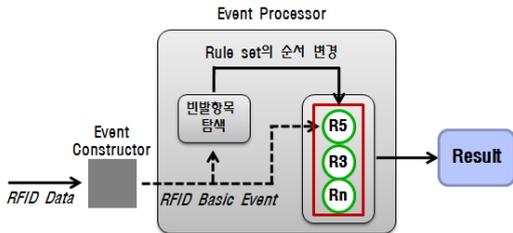


그림 7. 시스템 구성도
Fig. 7. System diagram

IV. 성능 평가

제안하는 이벤트 마이닝의 성능평가를 위한 환경으로 실시간 입력되는 RFID 이벤트의 빈발항목을 통한 규칙의 순서 변경을 이용하여 탐색하는 경우와 순차적으로 하나씩 모든 규칙을 점검하여 탐색하는 경우를 비교할 수 있게 시스템을 구성하였다. 입력된 이벤트 데이터 수는 4000개를 1000개씩 나누어 4번에 걸쳐 데이터 하나당 규칙을 찾는 데 소요되는 시간을 누적하여 순차적으로 탐색할 때와 제안한 알고리즘을 사용하였을 때의 성능을 비교 평가해 보았다. 표 1은 이벤트 스트림 하나하나를 탐색할 때 소요된 시간을 누적한 것으로 이벤트 스트림 데이터를 1000개씩 4번에 걸쳐 순차 탐색과 제안한 알고리즘을 이용한 탐색을 하였을 때 소요된 총 누적시간을 나타낸 표이다. 소요시간은 이벤트 스트림 하나가 해당하는 모든 규칙을 탐색할 때 소요된 시간으로 단위는 ms이다.

그림 8에서 볼 수 있듯이 제안하는 알고리즘을 이용하여 탐색할 경우 순차적으로 탐색하는 경우보다 시간이 적게 드는 것을 볼 수 있다. 또한 이벤트 스트림 수가 많을수록 순차 탐색은 소요되는 시간이 많이 소요되는 것을 볼 수 있으며, 제안하는 알고리즘으로 탐색하는 경우의 소요시간과의 차이가 점차 많이 생기는 것을 볼 수 있다. 이는 모든 규칙을 다 탐색할 필요없이 제안하는 알고리즘의 우선 순위 탐

표 1. 성능 평가 결과
Table 1. Performance evaluation results

이벤트 수	소요시간	
	순차 탐색	제안한 알고리즘
1000	3762	2693
2000	17863	10654
3000	38092	21387
4000	84275	36789

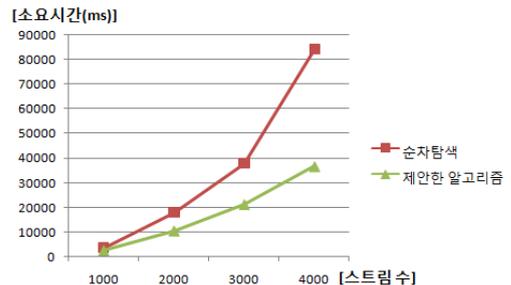


그림 8. 성능 평가 결과
Fig. 8. Performance evaluation results

색을 통하여 규칙 탐색 시간을 줄여서 성능이 향상된 것으로 볼 수 있다.

V. 결론 및 고찰

이벤트 기반 서비스 기술은 실시간으로 발생하는 이벤트를 감지하고 분석하여 이에 대한 반응으로 서비스가 연동되는 기술로, 실시간 기업 환경 구축이나 유비쿼터스 서비스 환경 구축을 위한 핵심 기반 기술이다. 이벤트 기반 서비스 기술 중 현재 가장 핵심이 되는 기술은 복합 이벤트 처리 기술이다. 복합 이벤트 처리기술은 여러 이벤트 소스로부터 발생한 이벤트를 대상으로 이벤트간의 상호 연관성 분석을 위해 규칙을 두고 그 규칙에 부합하는 이벤트를 추출하여 대응되는 액션을 수행하는 기술이다. 이러한 복합 이벤트 처리 기술은 사용자에게 의해 미리 규칙을 정의하고 입력되어지는 이벤트 스트림을 규칙에 순차적으로 적용하여 해당하는 이벤트를 추출한다. 본 논문에서는 이러한 특성을 고려하여 다중 규칙을 효율적으로 처리할 수 있는 방법을 연구하여, 기존의 복합 이벤트 처리에서의 순차 탐색 보다 효율적으로 해당 규칙을 빠르게 탐색할 수 있도록 하였다. 본 논문의 연구 결과는 다음과 같이 요약될 수 있다. 첫째, 다중 규칙을 효율적으로 탐색하기 위해 실시간 입력되어지는 이벤트 스트림을 스트림 데이터 마이닝의 빈발항목 탐색 기법을 이용하여 빈발항목을 탐색하고 이를 토대로 미리 정의된 Rule set의 순위를 변경하여 이벤트 스트림 데이터를 탐색하면서 보다 효율적으로 이벤트 스트림을 만족하는 규칙을 찾을 수 있도록 하였다. 둘째, 이러한 알고리즘을 실질적으로 구현하고 적용하면서 RFID 시스템으로 실제 수집되는 데이터를 이용하여 제안하는 알고리즘의 탐색 성능을 순차적으로 탐색하는 경우와 비교하여 이벤트 스트림의 처리 속도가 향상되는 것을 확인하였다. 향후 과제로는 사용자에게 의해 규칙이 업데이트될 때 이를 반영하여 좀 더 효율적으로 업데이트하는 방법에 관하여 연구가 필요하다고 사료된다.

참 고 문 헌

[1] 유승화, *유비쿼터스 사회의 RFID*, 전자신문사, 2005
 [2] Keizo watanabe, *유비쿼터스 RFID*, 성안당, 2005.
 [3] Klaus Finkenzeller, *RFID handbook*, John wiley & Sons Ltd, pp. 61-110, 2003.

[4] R. Want, "Enabling ubiquitous sensing with RFID", *Computer IEEE*, pp. 84-86, 2004.
 [5] 김창수, 강세식, "Design and Implementation of RFID Application System for Hospital Information System", *Journal of Korean Society of Medical Informatics*, pp.399-407, 2005.
 [6] Huawei Huang, Dongfeng Zhao, "Performance of binary tree collision resolution algorithm of random access channels," *International Conference on Communication Technology(ICCT'98)*, 1998.
 [7] Boris Tsybakov, "Survey of USSR contributions to random multiple- access communications," *IEEE Transactions on Information Theory*, pp. 1431-1465, 1985
 [8] Hush, Don R. and Wood, Cliff, "Analysis of tree algorithms for RFID arbitration," *In IEEE International Symposium on Information Theory*, 1998.
 [9] Jacomet M, Ehram A, Gehrig U. "Contactless identification device with anti-collision algorithm," *IEEE Computer Society*, pp. 4-8, 1999.
 [10] 권성호, "저비용 RFID 시스템에서의 충돌방지 알고리즘에 대한 성능평가", *한국통신학회논문지*, pp. 17-26, 2005.

박 용 민 (Yong-min Park)

정회원



2005년 2월 광운대학교 전자통신 공학과 석사 졸업
 2005년 3월~현재 광운대학교 전자통신공학과 박사과정
 2008년 3월~현재 한북대학교 컴퓨터정보학과 겸임교수
 <관심분야> RFID/USN, Data mining, CEP

오 영 환 (Young-hwan Oh)

정회원

한국통신학회 논문지 제33권 12호 참고