

논문 2009-6-14

USN/RFID를 이용한 ECA기반 전시물 정보 모니터링 시스템

Exhibition Monitoring System using USN/RFID based on ECA

김강석*, 송왕철**

Gang-Seok Kim, Wang-Cheol Song

요 약 USN/RFID는 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 핵심기술로서 다양한 센서기술과 프로세서 집적기술 그리고 무선 네트워크 기술을 이용해서 실제 물리적 환경 정보를 원격에서 손쉽게 수집하고 모니터링 하는 것이 가능하다. USN/RFID는 실시간 객체의 식별과 정보의 수집을 위한 기술로 짧은 시간에 많은 양의 데이터를 발생시킨다. 이러한 많은 양의 데이터를 효과적으로 처리하기 위해서는 데이터의 패턴을 정의하여 의미 있는 데이터를 필터링 할 수 있는 기술이 필수적이다. 본 논문에서는 전시물 주변에서 발생하는 데이터를 효과적으로 처리하기 위해 ECA 규칙을 사용하여 의미 있는 데이터를 구성하고 관리자가 전시물 관련 보안 정보를 실시간으로 관리할 수 있는 모니터링 시스템을 제안한다.

Abstract Nowadays there are many studies and there's huge development about USN/RFID which have great developmental potential to many kinds of applications. More and more real time application apply USN/RFID technology to identify data collect and locate objects. Wide deployment of USN/RFID will generate an unprecedented volume of primitive data in a short time. Duplication and redundancy of primitive data will affect real time performance of application. Thus, security applications must filter primitive data and correlate them for complex pattern detection and transform them to events that provide meaningful, actionable information to end application. In this paper, we design a ECA Rule system for security monitoring of exhibition. This system will process USN/RFID primitive data and event and perform data transformation. It's had applied each now in exhibition hall through this study and efficient data transmission and management forecast that is possible.

Key Words : USN, RFID, ECA Rule, Security Monitoring

I. 서 론

최근 활발히 논의되고 있는 유비쿼터스(ubiquitous) 센서 네트워크는 우리 주변의 물리적 현상을 감지하는 센서 장치에 네트워크 개념을 추가해 사물의 존재여부 및 위치 등의 정보를 네트워크와 연동하여 실시간으로 관리, 제어하는 개념이다[1]. 무선 센서 네트워크에 대표적으로 사용되는 지그비(Zigbee)[2]는 저 전력, 저 비용을

지원하는 무선 통신 기술로서 현재 이를 이용한 많은 응용들이 개발되고 있다. 이러한 응용에는 가정, 사무실, 빌딩에서 지능형 환경을 구축할 수 있도록 전등 제어나 온도 제어, 도어락 제어, 온도, 조도, 습도 등의 센서 네트워크 응용 등 다양한 형태가 있다. RFID기술은 가장 간단한 형태의 정보 감지 수단으로 태그에 저장된 정보를 무선주파수를 이용하여 리더가 비접촉식으로 읽어내는 기술로서 리더가 읽은 정보를 이용하여 Biz. Application에 연계시켜주는 미들웨어, ID관리를 위한 서버 및 네트워크 연동 기술 등으로 구성된다. 요약하자면 유비쿼터스

*정회원, 제주대학교 컴퓨터공학과

**제주대학교 컴퓨터공학과, (교신저자)

접수일자 2009.11.20, 수정일자 2009.12.3

사회 실현의 핵심 기술인 USN/RFID(Ubiquitous Sensor Network/Radio Frequency Identification) 기술은 가장 기본적인 사물의 식별 단계로부터 이력 추적, 상태정보의 모니터링, 실시간 감시 및 제어, 자율형 서비스로 진화함에 따라 전통적인 RFID 및 무선센서네트워크에서 출발하여 궁극적으로 다양한 응용 서비스를 지원하는 USN 기술로 발전될 것이다. 이를 위해 RFID와 USN 시스템은 방대한 양의 데이터를 실시간으로 처리할 수 있도록 설계되어야 한다. 특히 데이터의 여러 가지 처리 기술 중에 사용자에게 의미 있는 데이터만을 추출해 내고 이를 기반으로 고수준의 이벤트를 생성해 내는 기술은 RFID와 USN 시스템을 사용하는 입장에서 효율성을 증대시킬 수 있을 뿐만 아니라 데이터 처리 시간과 비용을 감소시킬 수 있다. 이벤트 기반 동적 처리 메커니즘을 제공하기 위해 고안된 ECA(Event-Condition-Action) 개념은 현재 분산 환경에서 가장 효율적인 이벤트 반응 방법 중 하나로 인식되어 다양한 분야에서 활용되고 있으며[3]-[5], 유비쿼터스 환경에서 특정 이벤트에 대한 대응 로직을 명확히 기술할 수 있는 장점이 있다[6]. 따라서 본 논문에서 제안하는 ECA 규칙기반 기술은 방대한 양의 RFID와 USN 데이터를 처리하기 위하여 효율적인 방법을 제공하며 이를 기반으로 전시물 정보를 실시간 관리하고 위급상황에 빠르게 대처할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구로 무선센서네트워크와 RFID, ECA에 대하여 살펴보고 3장에서는 제안한 ECA Rule기반 모니터링 모형의 구조에 대하여, 4장에서는 제안한 방법의 실험 및 결과에 대해 고찰하고 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

2.1 무선 센서네트워크

센서네트워크 기술은 그림 1과 같이 매우 작은 크기의 독립된 무선 센서 노드들을 건물, 도로, 의복, 인체 등 물리적 공간에 배치하여 센서 등을 통해 얻은 주위의 빛, 온도, 자기장, 속도 등의 사물·공간 정보를 다양한 통신 및 네트워킹 기술에 의해 효율적으로 관리하여 광대역통합망(BcN)을 통해 USN 미들웨어 플랫폼에 제공하며 센서, 센서노드, 싱크노드, USN게이트웨이 등으로 구성된다. 한편, 지그비 연합(ZigBee Alliance)은 저 전력, 저 비

용의 무선 네트워크 기술의 구체적인 활용과 응용을 목적으로 결성된 비영리 단체로써, 무선을 이용한 차세대 홈 네트워크의 효율적인 구축과 적용 기기간의 상호 운용성을 증진할 수 있는 산업 표준인 ZigBee Specification 1.0[7]를 발표하였다. 지그비 사양은 간소화된 프로토콜과 제한적인 기능으로 데이터 크기를 줄여 저렴한 네트워크 구축을 지향하는 차세대 무선 네트워크에 적합한 저 전력 무선 통신 기술이며 국제표준 프로토콜이다. 지그비는 868Mhz, 915Mhz, 2.4Ghz 주파수 대역에 해당하는 단거리 무선 통신 표준으로 IEEE 802.15.4에 의해 정의된 물리 계층 및 MAC계층을 사용한다. 지그비 기술이 제공하는 단순하고 비용 효율적인 저 전력 무선 연결 방식은 산업용 및 가정용 모니터링, 제어 및 자동화, 의료진단 등 다양한 분야에 적용할 수 있다. 현재 시장에서 가장 주도적인 분야는 산업용, 상업용, 가정용 시스템으로, 이러한 분야는 무선 제어 기술이 기업의 경쟁수지 증대 또는 고객의 안전 의식에 지대한 영향을 줄 수 있는 분야이다.



그림 1. 무선 센서 네트워크의 기본구조

Fig. 1. Basic architecture of wireless sensor network

2.2 RFID

RFID는 제품에 붙이는 태그(Tag)에 생산, 유통, 보관, 소비의 전 과정에 대한 정보를 담고 자체 안테나를 갖추고 있으며 리더(Reader)로 하여금 이 정보를 읽고 인공 위성이나 이동통신망과 연계하여 정보시스템과 통합하여 사용되는 활동 또는 칩을 말한다[8]. RFID 시스템은 그림 2와 같이 크게 안테나가 포함된 리더기, 무선자원을 송/수신할 수 있는 안테나, 정보를 저장하고 프로토콜로 데이터를 교환하는 태그, 서버 및 네트워크 등으로 구성

된다.

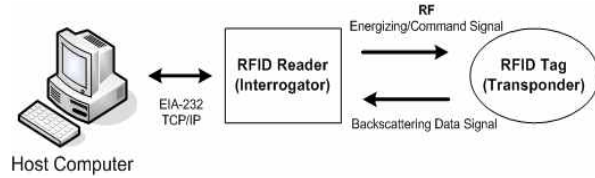


그림 2. RFID 시스템
Fig. 2. RFID system

RFID 기술은 가장 단순한 기능인 사물의 식별뿐만 아니라 상태정보를 감지하여 추적하기 위하여 수동형 RFID, 반능동형 RFID 및 완전 능동형 RFID 기술로 구분되며 응용 분야에 따른 전파 특성을 고려하여 134Khz 이하, 13.56Mhz, 433Mhz, 860~960Mhz 및 2.4Ghz 주파수 대역을 이용한다. 수동형은 리더기로부터 수신되는 전파에서 송신에너지를 얻고 능동형은 별도의 배터리에서 송신에너지를 얻어 리더기로 직접 데이터를 전송한다[9]. 수동형태그는 능동형 태그에 비해 매우 가볍고, 가격도 저렴하면서 반영구적으로 사용이 가능하지만 인식거리가 짧고 리더기에서 더 많은 전력을 소모한다는 단점이 있다, 본 논문에서는 전시물의 탈·부착 여부를 확인하기 위해 13.56Mhz의 수동형 태그의 매우 가볍고 저렴하다는 장점과 인식거리가 짧다는 단점을 이용한다.

2.3 ECA

ECA 규칙은 전통적인 데이터베이스 시스템에서 능동적인 기능을 제공하기 위해 고안되었고, 현재 워크플로우, 전문가 시스템, 협업 에이전트, 미들웨어 등을 포함하여 다양한 분야에서 적용되고 있다. ECA 규칙은 이벤트(Event)가 발생하면 조건(Condition)이 이를 분류하고 동작(Action)을 실행하는 순으로 이루어진 동적인 규칙이다. 시스템은 각 규칙과 관련된 이벤트가 만족한다면 규칙의 동작 부분을 실행한다[10]. 사용자가 이벤트와 조건에 해당하는 동작을 정의할 수 있으며, 사용자 또는 규칙 결정자는 프로그래밍과 같은 낮은 레벨의 지식에 대해선 알 필요가 없다. 이벤트가 발생하는 것은 규칙의 원인이 되고 조건은 규칙을 발생시킬 때 필터의 역할을 한다. 즉, 조건이 참일 때만 실행될 수 있다. 그림 3은 규칙의 기본 구조를 보여준다. 규칙은 가장 널리 알려진 지식 표현 방법 중 하나이다. 규칙은 사실(fact)들로 구성되어진다. 여기서 (Locate GILDONG Bedroom)는 하나의 사실로써

(술어-주어-목적어)를 나타낸다.

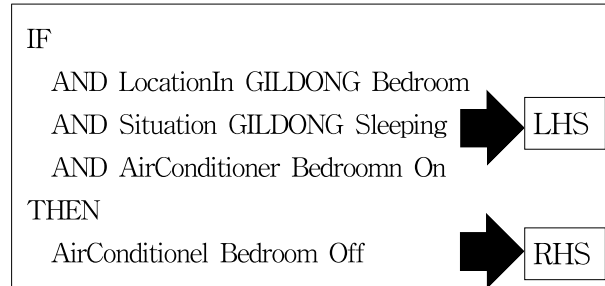


그림 3. 규칙의 구조
Fig. 3. Basic rule structure

LHS(Left-Hand Side)는 규칙 IF절로써 규칙의 전제부를 나타내며, RHS(Right-Hand Side)는 규칙 THEN절로써 규칙의 결론부를 나타낸다. 규칙의 전제부(LHS)는 사실들을 AND/OR을 이용하여 여러 개의 사실을 묶어서 표현할 수 있다. 새로운 사실이 ECA Rule 엔진에 들어왔을 때 추론엔진은 새로 들어온 사실과 규칙의 전제부(LHS)를 비교하여 만약 일치한다면 규칙의 결론부(RHS)를 실행시킨다. 만약 새로운 사실과 전제부가 일치하지 않는다면, 새로운 사실은 다음 규칙과의 비교연산에 들어가게 되고 이러한 과정은 만족하는 규칙을 만나거나 더 이상의 비교 규칙이 없을 때 까지 ECA Rule 엔진에 있는 모든 규칙에 대해 반복한다.

2.4 트리플릿 기반 센서 정보 표현

본 논문에서 제안한 ECA 룰 기반 모니터링 시스템은 관리자에게 실시간 서비스를 제공하기 위해 센서 정보의 표현을 온톨로지의 RDF구문을 응용한 트리플릿 표현 방법을 사용한다. 트리플릿 구문은 센서 정보의 속성을 간결하게 표현해주면서 ECA 룰의 사실을 구성하기 원활하게 한다. 그림 4는 센서에서 생성하는 트리플릿 구조의 정보표현 방법이다.



그림 4. 트리플릿 기반 센서정보 표현 구조
Fig. 4. Triplet based sensor information structure

III. ECA Rule기반 모니터링 모형

3.1 ECA Rule 기술 모형

ECA 규칙은 그림 5와 같이 정의할 수 있다[11].

```

RULE <Rule_name>
WHEN <Event_Expression>
IF <Condition 1> THEN <Action 1>
IF <Condition 2> THEN <Action 2>
...
IF <Condition n> THEN <Action n>
ENDRULE <Rule_name>
    
```

그림 5. ECA 규칙
Fig. 5. ECA rule

규칙의 실행은 사건-표현식과 같은 사건의 발생을 탐지하면서 시작된다. 이러한 사건은 일반적으로 데이터베이스 연산(접근, 삽입, 삭제, 갱신) 사건, 시간 사건, 응용 정의 사건으로 분류된다. ECA 규칙의 행위 부분은 규칙이 활성화되고 조건이 만족되었을 때 실행 될 연산들을 명시한다. 즉, 필요한 조치를 취하는 것으로 데이터베이스 조작 명령이나 기타 데이터베이스 관련명령이 될 수 있고 또는 일련의 응용 프로그램일 수도 있다. 그리고 때에 따라 새로운 사건을 발생시키는 행위가 될 수 있다.

3.2 트리플릿 기반 센서 정보

그림 6은 그림 4의 표현 구조에 따라 센서에서 생성되는 값을 센서 노드에서 트리플릿 구조로 표현하는 코드의 일부분이다.

```

BYTE Packet[04];
...
Packet[DeviceID] = APP_NODE_ID;
Packet[Event_Type] = SENSOR_TEMP;
Packet[Event_HVALUE] = (sensor_temp_value >> 8) & 0xFF;
Packet[Event_LVALUE] = sensor_temp_value & 0xFF;

rf_send_data(0x0000, 12, Packet);
    
```

그림 6. 트리플릿 기반 센서 정보 생성 예
Fig. 6. Triplet based create of sensor information

IV. 시스템 구현

4.1 구현 환경

본 논문에서 제안한 시스템의 구현환경은 게이트웨이로 Windows XP OS를 탑재한 퍼스널 컴퓨터와 (주)옥타컴의 마이크로게이트웨이를 사용하였고, 전시물에 부착된 센서노드는 ETRI의 Qplus 임베디드 OS를 탑재한 (주)옥타컴의 nano24-EF 센서/실행기 노드를 부착하여 연동한다. 사용된 데이터베이스는 MySQL이다. 그림 7은 센싱된 환경정보를 게이트웨이를 통하여 로컬 데이터베이스와 인터넷에 접속된 원격 관리서버의 데이터베이스와 관리자 휴대 단말장치에 전달되는 구조를 보여준다.

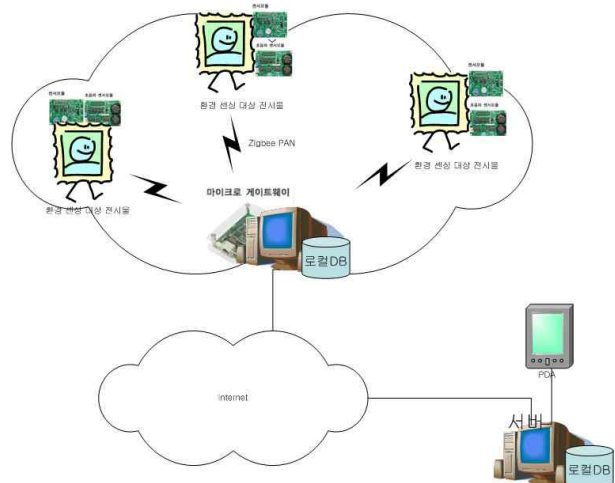


그림 7. 게이트웨이의 통신 구조도
Fig. 7. Communication architecture of gateway

게이트웨이를 포함한 센싱 대상 전시물의 센서 모듈들은 지그비로 통신하는 지그비 PAN(Personal Area Network)으로 구성된다. 따라서 지그비 PAN에서 게이트웨이는 PAN 코디네이터(Coordinator)의 역할을 담당한다. 환경 센싱 대상 전시물의 주변에는 온도, 습도, 조도 그리고 초음파 센서를 장착하고 있으며 이들이 발생하는 정보는 게이트웨이로 실시간 다중 전송된다. 게이트웨이는 전달 받은 정보를 적절히 파싱, 분석한 후 원격 서버의 데이터베이스로 전송하고 다시 자신의 로컬 데이터베이스에도 저장한다. 원격 서버에 저장된 정보는 관리자 프로그램에 의해 ECA 규칙 설정에 의해 임계치를 넘는 센싱 대상 전시물에 대한 정보를 휴대폰, PDA 등을 사용하는 관리자에게 전달한다.

4.2 실험 및 결과

전시물에는 그림 8처럼 센서를 부착 한다. 그림 8은 관리대상인 전시물 주변에 설치된 센서들을 보여준다. 전시물 주변의 온도/조도/습도를 측정하기 위한 무선 센서, 인체의 근접을 알리기 위한 초음파 센서, 전시물의 탈/부착을 확인하기 위한 13.56Mhz RFID 태그와 리더가 설치되어 있다.



그림 8. RFID 및 센서노드의 전시물 주변 장착
Fig. 8. RFID and sensor node setting of exhibition

그림 9는 그림 5의 ECA 규칙을 관리서버에 적용시키기 위한 설정의 예를 보여준다. 관리서버의 이벤트 관리 모듈의 설정은 실시간으로 적용이 되어 변경후 이벤트 등록 버튼을 누르면 현재의 관리 시스템의 ECA 규칙이 즉시 변경되어 적용된다. 그림 10은 원격 관리 서버의 관리 시스템에서 특정 전시물의 환경정보 중 온도, 습도, 조도 값을 보여준다. 전시물의 환경정보는 실시간으로 원격서버에 전달되어지며, 관리 프로그램은 웹 인터페이스를 통해 텍스트와 그래프로 실시간 관련 정보를 보여준다. ECA 룰에 의해 설정된 값을 만족하는 정보가 발생한다면 전시물 주변에 이상이 발생한 것으로, 관리 프로그램에 의해 관리자 화면에 이상 상황에 대한 정보를 보여

실시간데이터 | 전체데이터 ▶ 센서네트워크 관리

이벤트 관리 | 이벤트 로그 | 이벤트 메시지 | 관리자 설정

▶ 이벤트 관리

DATE TIME	PAN	NODE ID	PACKET TYPE	SENSOR TYPE	CONDI KIND	CONDI VALUE	FLAG	수정	삭제
2006-11-7 19:53:20,2534	1	1	1	조도	<	200		edit	del

이벤트 등록

그림 9. 이벤트 규칙 설정
Fig. 9. Event rule setting

주며, 휴대폰 단문 서비스를 통해 지정된 관리자에게 메시지가 전달된다.



그림 10. 전시물 환경정보 모니터
Fig. 10. Monitor of exhibition environment information

V. 결론

유비쿼터스 사회 구현을 위한 핵심 기술 중 하나인 RFID/USN 기술은 다양한 분야에서 기존 기술과 융합하여 관리/제어의 편리성을 더해 준다. 본 논문에서는 RFID/USN 기술과 빠른 상황 결정을 위해 트리플릿 기반의 센서 정보 표현 그리고 ECA 규칙을 이용한 전시물 실시간 모니터링 시스템을 구현하고 그 특징을 살펴보았다. 본 논문에서 제안한 트리플릿 구조의 센서 데이터 표현 방법은 ECA처럼 규칙이 단순하고 명확한 곳에서 규칙 적용을 위한 계산 시간을 줄여준다. 이는 실시간 원격 모니터링이 필요한 곳에 본 시스템을 적용할 수 있다는 것을 의미한다. 특히 병원에서 환자의 상태를 모니터링 하거나, 물류 보관소에서 RFID와 연동을 예상하면 물품 관리뿐만 아니라 물류보관소 모니터링까지 되므로 효과적인 시스템이 된다. 현재의 ECA Rule엔진이 수동으로

작성되어지고 있으나 추후 연구를 통해 비주얼환경에서 동적 작성이 가능 하도록 확장 할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- [1] E. Petriu, N. Georganas, D. Petriu, D. Makrakis, and V. Groza. "Sensor-based Information Appliances" IEEE Instrumentation and Measurement Mag., 3:31--35, 2000.
- [2] Zigbee Alliance, "Zigbee specification: Zigbee document 053474r06 Version 1.0" 14 Dec. 2004. web site: www.zigbee.org
- [3] Kangchan Lee, Wonsuk Lee, Jonghong Jeon, Seungyun Lee, Jonghun Park, "Event-driven Coordination Rule of Web Services enabled Devices in Ubiquitous environments", W3C Ubiquitous Web Workshop, March 2006
- [4] G. vonBulltzingsloewen, A. Koschel, P.C. Lockemann, H.-D. Walter, ECA functionality in a distributed environment, in: N.W. Paton(Ed.), Active Rules in Database Systems, Springer, 1999, pp. 147 - <.175.
- [5] M. Cilia, A. Buchmann, An active functionality service for e-business applications, ACM SIGMOD Record 31 (1) (2002) 24 - ;.30.
- [6] U. Dayal, B. Blaustein, A.P. Buchmann, S. Chakravarthy, D. Goldhirsch, M. Hsu, R. Ladin, D. McCarthy, A. Rosenthal, The HiPAC project: combining active databases and timing constraints, ACM SIGMOD Record 17 (1) (1998) 51 - ;.70.
- [7] <http://www.zigbee.org/en/documents/SensorsExpo/7-Sensors-Expo-kinney.pdf>
- [8] 이은곤, "RFID 확산 추진현황 및 전망", 정보통신 정책, 제16권, 제6호, 정보통신정책연구원, 2004
- [9] 박석지, 유종현, "u-센서 네트워크 산업의 개념과 발전동향", IITA IT정보단, 2004
- [10] Hyung Jin Min, Design and Implementation of an Object-oriented Rule Management System for Active Database Services, Master Thesis, Information and Communications University, January 2000.
- [11] Narain H. Gehani, H. V. Jagadish, and Oded Shmueli. Event Specification in an Active Object-Oriented Database. In Proceedings of ACM International Conference on Management of Data(SIGMOD'92), page 81-90, San Diego, CA, USA, June 1992

※ "본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음" (NIPA-2009-C1090-0902-0040)

저자 소개

김 강 석(정회원)



- 1989년 제주대학교 정보공학과 학사
- 1999년 제주대학교 정보공학과 석사
- 2003년 제주대학교 정보공학과 박사 수료
- 2009년 현재 제주관광대학 관광멀티미디어게임과 겸임교수

<주관심분야: 전자상거래, 모바일 에이전트, RFID 응용, 센서 네트워크, 유비쿼터스 컴퓨팅, 상황인지 컴퓨팅>

송 왕 철(정회원)



- 1989년 연세대학교 전자공학과 학사
- 1991년 연세대학교 전자공학과 석사
- 1995년 연세대학교 전자공학과 박사
- 1996년-현재 제주대학교 컴퓨터공학과 교수

<주관심분야: 구조화된 P2P, 정책기반 망관리>