

RFID/EPC-IS 네트워크를 이용한 제품 추적 및 인증시스템 구현

신 명 숙[†] · 홍 성 표[†] · 이 준^{††}

요 약

RFID 시스템은 최근 다양한 분야로 적용되면서 개발이 급증하고 있다. 특히 RFID 시스템은 공급 업체의 물류분야에서 공급 사슬 관리 시스템의 중추적인 기술로 사용된다. 물류분야에서는 신속하고 정확하게 제품을 파악해야 하는데 제품의 이동으로 인하여 제품의 재고관리를 실시간으로 처리하는데 문제점이 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 RFID 네트워크의 구조적 기준이 되는 EPC-IS 네트워크를 이용하여 제품의 재고 상태를 실시간으로 파악한다. 또한 위조품이나 도난품을 파악하는 정품인증 서비스를 실시간으로 제공한다. 따라서 본 논문을 통하여 제품의 관리를 실시간으로 처리할 수 있음을 보인다.

키워드 : RFID, EPC, EPC 네트워크, EPC 정보서비스, EPC 검색서비스

Implementation of Tracking and Authentication system for Product using RFID/EPC-IS network

Myeong-Sook Shin[†] · Seong-Pyo Hong[†] · Joon Lee^{††}

ABSTRACT

The development of RFID system is increasing rapidly by applying to variety fields recently. Especially, RFID system is used to the focus technology of the supply chain management in distribution field of the supplier. In distribution field, We have to grasp products quickly and correctly, but this has a problem to make an inventory of products in real-time because of products transfer. In this paper, to solve this problems, We grasp the state of inventory in real-time by using EPC-IS network becoming the organizational standard of RFID network. also, We offer an authentication of product service to grasp counterfeits and stolen goods in real-time. Therefore, in this paper, We show to be able to process an authentication of product service and inventory of products in distribution field in real-time.

Key Words : RFID, EPC, EPC Network, EPC Information Service, EPC Discovery Service

1. 서 론

물류관리는 신속하게 제품을 파악하는 서비스 제공을 통해 경쟁적 우위를 확보할 수 있어서 기업의 핵심 경쟁 무기가 되어 가고 있다. 특히 전통적인 물류관리에 있어서 위조품 및 도난품을 파악하는 정품인증 또한 기업 목표 달성에 있어 그 중요성은 날로 더해가고 있다[1].

RFID[2] 네트워크는 전자 태그간의 통신으로부터 시작하여 태그에 할당된 RFID 코드로부터 실제 태그에 맵핑되는 정보를 검색하거나 태그가 부착된 객체의 변화를 등록하는

일련의 과정을 위한 유무선 통신과 주체 모두를 말한다. 이에 EPC 네트워크의 EPC-IS를 사용함으로써 단일 기관의 네트워크를 벗어난 물건에 대한 지속적인 정보서비스를 제공할 수 있다. 이로 인해 물류 이동으로 인한 재고관리, 정품확인 등 다양한 분야에 걸쳐 한 지역에 국한되지 않고 전 세계 어느 곳에서도 전자태그의 코드를 읽음으로써 RFID 코드에 맵핑되는 정보를 찾을 수 있다. 또한 RFID 네트워크는 크게 인터넷망의 EPC 네트워크와 무선망의 이동 RFID 네트워크로 분리되어 발전하고 있다. RFID 네트워크의 기준이 되는 EPC 네트워크 망은 HTTP로 통신하며, 데이터 포맷으로는 HTML/XML을 사용한다.

이에 본 논문은 EPCglobal EPC 네트워크[3,4,5]기반의 EPC-IS에 연결하여 물류 분야에서 재고관리와 정품인증을 위해 추적 및 인증시스템을 제공한다.

[†] 준 회 원 : 조선대학교 컴퓨터공학과
^{††} 중 심 회 원 : 조선대학교 전자정보공과대학 컴퓨터공학부 교수
논문접수 : 2006년 2월 20일, 심사완료 : 2006년 7월 11일

2. EPC 네트워크 시스템

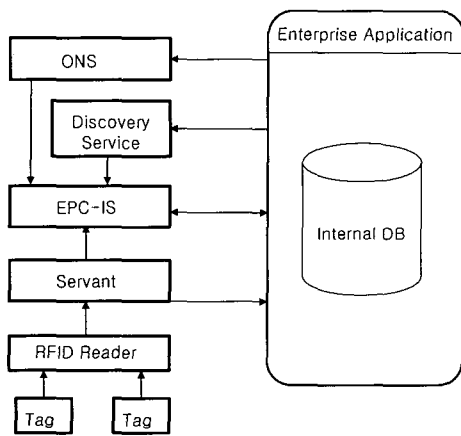
본 논문에서 제안한 추적 및 인증 시스템의 기반 구성요소를 형성하는 RFID 시스템, EPC-IS 네트워크 시스템에 대하여 알아본다.

2.1 RFID 리더/태그

RFID 태그는 태그가 사용하는 전원의 유무, RFID 태그가 사용하는 주파수 및 RFID 태그가 제공하는 기능에 따라 분류될 수 있다. 전원의 유무에 따라 RFID 태그는 수동형(passive) 태그, 반수동형(semi-passive) 태그, 그리고 능동형(active) 태그로 구분할 수 있다. 수동형 태그는 태그의 동작을 위한 전원을 모두 외부에 의존하는 반면, 능동형 태그는 자체 배터리를 내장하고 있고, 반 수동형 태그는 외부 전원과 자체 내장 배터리를 사용하고 있다. 특히 수동형 태그는 개발 단가가 액티브 방식보다 낮고 시스템 적용이 간단하여 차세대 ID의 보급에 앞장서고 있다.

2.2 EPC-IS 네트워크 시스템

글로벌한 RFID 시스템을 구축하기 위한 EPC 네트워크 시스템은 ONS(Object Naming System), EPC-DS, EPC-IS, Servant, 리더, 태그로 구성되며 (그림 1)과 같다.



(그림 1) EPC 네트워크 시스템 구조

EPC 네트워크의 흐름은 RFID 태그와 리더, 미들웨어인 Savant, 정보 서비스를 제공하는 서버인 EPC-DC, 그리고 EPC-IS의 위치 정보를 제공하는 ONS로 구성된다.

EPC 네트워크에 있는 각각의 EPC-IS는 EPC 이벤트 데이터를 포함하며 이벤트 데이터는 주로 리더 ID, EPC, 확보된 각각 이벤트 타임을 가지고 있으며 리더 ID는 제품의 위치를 인식한다.

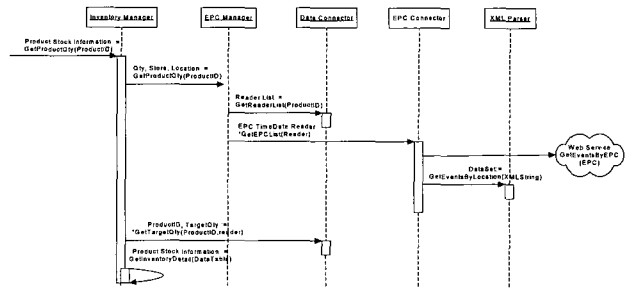
3. 추적 및 인증시스템 설계

본 논문에서 제안한 추적 및 인증 시스템을 설계하기 위해서 각각의 시나리오와 설계에 대해서 설명한다.

3.1 추적시스템 시나리오

추적시스템 시나리오는 리더에 의해 읽혀진 EPC 코드를 저장하여 실시간으로 제품 상태 파악과 재고 관리를 제공한다. 제품 ID로 재고 상태를 검색하는 추적시스템은 아래의 상황을 가정한다.

시스템 컨트롤러(System Controller)는 사용자가 선택한 제품을 모으기 위해 재고 관리자(Inventory Manager)에게 메시지를 보내며, 재고 관리자는 사용자가 선택한 저장소에 제품 양을 모으기 위해 EPC 관리자(EPC Manager)에게 메시지를 보낸다. 그리고 재고 관리자는 선택한 저장소에서 일치한 리더 리스트를 모으기 위해 데이터 컨넥터(Data Connector)로 메시지를 보내며, EPC 관리자는 선택된 저장소의 현재 EPC 리스트를 모으기 위해 EPC-IS 컨넥터(EPC-IS Connector)를 요청한다. 또한 재고 관리자는 제품과 저장소에서 타겟 양을 수집하기 위해 데이터 컨넥터를 요청하며, 저장소 위치로 제품 양을 모은다. 마지막으로 시스템 컨트롤러는 스크린에 보고서를 디스플레이 한다. 이와 같은 추적시스템 시나리오의 순차도는 (그림 2)와 같다.

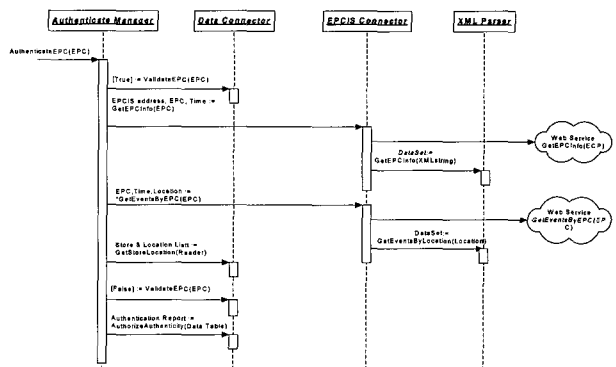


(그림 2) 추적시스템에 대한 순차도

3.2 인증시스템 시나리오

인증시스템 시나리오는 제품 상태를 인증하는데 필요한 아래의 상황을 가정한다.

시스템 컨트롤러는 사용자가 입력한 EPC로 부품을 인증하기 위해 인증 매니저에게 메시지를 보낸다. 인증 매니저는 EPC를 확인하기 위해 데이터 컨넥터를 요청한다. 인증 매니저는 모든 EPC-IS 리스트를 얻기 위해 선택된 EPC에 대한 정보로서 EPC-IS 컨넥터를 요청한다. 인증 매니저는



(그림 3) 인증시스템에 대한 순차도

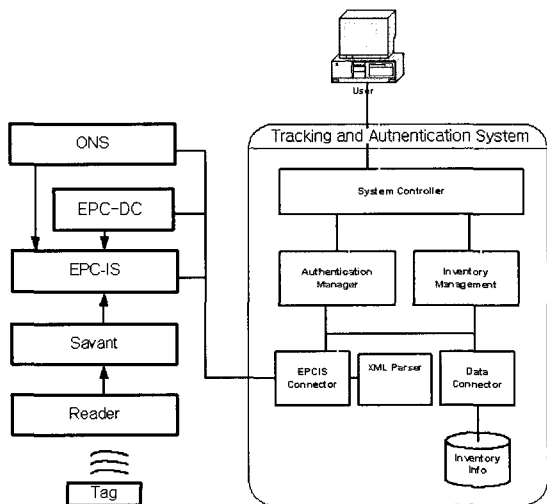
각각의 EPC-IS에서 사용하기 시작한다, 그리고 EPC의 활동 리스트를 검색하기 위해 요청한다. EPC 매니저는 EPC-IS에 의해 리턴된 리더 리스트의 저장 위치를 얻기 위해서 데이터 컨넥터를 요청한다. 인증 매니저는 EPC 위치를 비교한다, 그리고 타당성을 인가한다. 시스템 컨트롤러는 스크린에 디스플레이 한다. 인증시스템 시나리오에 대한 순차도는 (그림 3)과 같다.

3.3 추적 및 인증시스템 설계

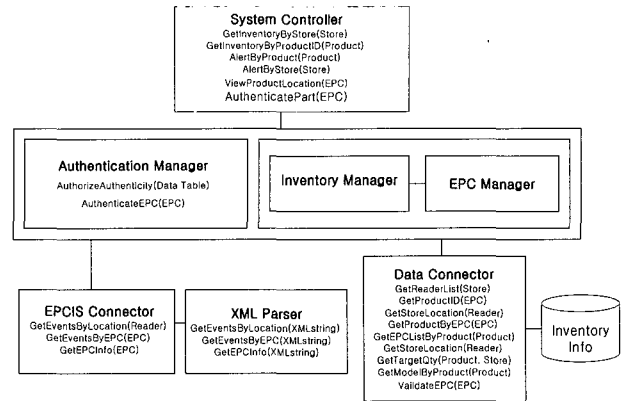
본 논문에서 (그림 4)는 EPC-IS를 이용한 추적 및 인증시스템 구조도이다.

인증시스템은 정품을 검증하는 시스템으로써, 먼저 검색 서비스와 접속한다. 검색 서비스는 특정 EPC에 대한 EPC-IS 포인터 리스트를 가지고 있으며 EPC 정보를 가지고 있다. 또한 EPC-IS 주소 리스트를 리턴하며, 주어진 EPC에 대한 정보를 가진다. 또한 EPC-IS를 방문하여 관련된 이벤트 데이터에 접근한다, 리턴된 데이터는 리더 ID와 이벤트 타임을 포함한다. 순서대로 정렬된 리턴된 데이터와 히스토리가 정의됨으로써 훔친 제품이라면 현재 위치가 히스토리에 맞는 것을 찾아내지 못하며, 모조품이라면 그 제품의 EPC는 필요 없는 코드가 된다. 추적 프로세스는 모든 위치에서 실시간으로 모든 제품의 상태를 유지하여 주어진 EPC의 소유권을 가지고 있는 EPC-IS를 찾기 위해 ONS와 접속한다. 소유권은 특정한 EPC-IS에 주어진 EPC로써 최근 이벤트의 확보를 의미한다. EPC를 리더가 읽을 때, 이벤트는 EPC-IS에 저장된다. 그리고 EPC 소유권은 EPC-IS로 교환되기 때문에 확보한 EPC의 마지막 이벤트를 가지고 있다. 따라서 추적 시스템이 ONS와 접속할 때, EPC-IS 주소를 리턴 한다. 추적 시스템이 실시간으로 제품을 검색하기 위해서 로컬 데이터베이스를 조사하며 원하는 제품의 현재 위치를 얻는다.

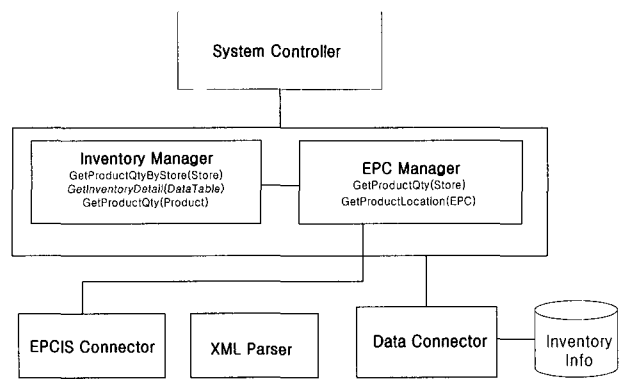
(그림 5)와 (그림 6)은 추적 및 인증시스템 설계도이며, 각각의 함수를 정의한다.



(그림 4) 추적 및 인증시스템 구조



(그림 5) 추적 및 인증시스템 설계도1



(그림 6) 추적 및 인증시스템 설계도2

시스템 컨트롤러는 GUI와 다른 구성요소 사이의 미들 레이어를 생성하는 모든 기능을 캡슐화하며 특별한 사용자 인터페이스로부터 독립적인 시스템을 만든다. 호출되는 GetInventoryByStore(Store) 함수는 현재 양과 타겟 양을 리턴하며 GetInventoryByProductID(Product)는 제품 ID, 제품 이름을 포함하는 보고서로써 각각의 저장소에서 현재 양과 타겟 양을 리턴한다. AlertByProduct(Product)는 요청한 제품에 대한 타겟 양의 위치와 리스트로 사용자에게 경고하며, AlertByStore(Store)는 현재의 양이 타겟 양으로 요청된 저장소에서 제품 리스트를 사용자에게 경고한다. 또한 ViewProductLocation(EPC)는 제품이 위치한 곳에서 디스플레이 한다. 또한 검증함수인 AuthenticatePart(EPC)는 사용자에게 EPC를 넘겨주며 함수들은 EPC의 타당성을 리턴한다.

인증관리자는 부품을 인증하는 비즈니스 논리를 캡슐화하며 검색서비스를 사용함으로써 EPC를 검증한다. AuthorizeAuthenticity(Data Table)는 EPC 진행 패스를 분석하고 계획된 EPC 진행 패스를 분석한다. AuthenticateEPC(EPC)는 유효한 코드라면 보증한 EPC를 검증하기 위해 데이터 컨넥터에게 메시지를 보낸다.

재고 관리자는 재고 비즈니스 논리를 캡슐화함으로써 타겟 양을 모으며 타겟 항목에 대하여 경고한다. GetProductQtyByStore(Store)는 현재 제품 양, 제품 ID, 위치를 리턴하며 GetInventoryDetail(DataTable)는 데이터를 확보하고 현재 양과 타겟 양 사이의 차이를 계산한다. GetProductQty

```

<observations>
  <logEvent>
    <location>urn:epc:id:gln:900100.7296</location>
    # Reader의 위치 정보
    <observation>
      <DateTime>2004-7-17T09:30:47</DateTime>
      # 발생 시간
      <Tag>
        <ID>urn:epc:id:sgtin:900100.456.876</ID>
        # 태그에서 읽어 들인 정보
      </Tag>
    </observation>
  </logEvent>

  <logEvent>
    <location>urn:epc:id:gln:900100.7297</location>
    <observation>
      <DateTime>2003-7-15T09:30:47</DateTime>
      <Tag>
        <ID>urn:epc:id:sgtin:900100.456.876</ID>
      </Tag>
    </observation>
  </logEvent>

  <logEvent>
    <location>urn:epc:id:gln:900100.7298</location>
    <observation>
      <DateTime>2003-7-16T09:30:47</DateTime>
      <Tag>
        <ID>urn:epc:id:sgtin:900100.456.876</ID>
      </Tag>
    </observation>
  </logEvent>
</observations>
  
```

(그림 7) GetEventsByEPC(XMLstring) 소스

(Product)는 요청된 제품의 현재 제품 양을 리턴한다.

EPC 관리자는 EPC-IS로부터 리턴된 데이터를 조작하며, 현재 재고 양과 저장소에서의 총 제품을 모은다. GetProductQty(Store) 함수는 저장된 현재 제품 양을 모으며 GetProduct-Location(EPC)는 요청된 제품의 현재 위치를 얻는다.

또한 EPC-IS 컨넥터는 EPCIS에 대하여 웹 서비스 호출을 요청하는 모든 함수를 캡슐화하며 XML 형식에서 모든 입출력은 스트링으로 한다. GetEventsByLocation(Reader)는 리더의 위치를 확보하며 확보된 모든 이벤트를 리턴한다. 그리고 GetEventsByEPC(EPC)는 EPC를 확보하며 확보된 최근 이벤트를 리턴한다. GetEPCInfor(EPC)는 EPC를 확보하고 주어진 EPC에 대한 정보를 가지고 있는 EPC 정보 시스템 리스트를 리턴한다.

데이터 컨넥터는 데이터베이스 래퍼이며 데이터베이스와 직접적으로 상호 작용하는 모든 함수를 캡슐화한다. 이 함수는 데이터베이스에서 정보를 검색하는 저장된 프로시저를 호출한다. 그리고 리턴된 결과는 데이터 셋 형태이다. Get-ReaderList(Store) 함수는 저장소에 대해 표시된 리더 리스트를 리턴하며 GetProductID(EPC)는 제품 ID를 검색한다.

그리고 GetStoreLocation(Reader)는 리더 위치 명세를 리턴하고 GetProductByEPC(EPC)는 EPC의 제품 ID를 리턴한다. GetEPCListByProduct(Product)는 제품 ID로 EPC 리스트를 리턴하며 GetTargetQty(Product, Reader)는 리더가 제품의 타겟 양을 리턴한다. GetModelByProduct(Product)는 관련된 제품의 모델 리스트를 리턴한다. ValidateEPC(EPC)는 EPC의 타당성을 검증한다. 이 함수는 EPC를 검증할 수 있다.

XML 파서는 XML 형식에 있는 스트링을 문법적으로 분석하는 함수의 모음이며, 입력 XML 스트링을 취한다. 이러한 입력 스트링은 EPC-IS로부터 제공된 리턴된 결과이다. EPC-IS 컨넥터가 함수를 호출할 때, EPC-IS에서 제공한 웹 서비스를 호출한다. 이러한 웹서비스로부터의 출력은 XML 형식의 스트링이다. XML 파서는 스트링을 취하며, 문법적으로 분석한다. (그림 7)은 각각 발생한 이벤트 정보를 문법적으로 분석할 EPC-IS로부터의 출력스트링의 예이다.

4. 추적 및 인증시스템 구현

본 장에서는 개발 시 사용된 환경과 추적 시스템 및 인증 시스템에 대해서 화면과 함께 설명한다.

모든 EPC 활동을 검색하기 위해서 EPC-IS를 연결하여 대량으로 모든 제품들의 현재 위치를 찾는다. 이를 시뮬레이션하기 위해 다중 EPC-IS가 요구되지만 본 논문에서는 하나의 EPC-IS만을 사용하였다. 그리고 제품 명세서들, 리더 IDs, EPC는 제조업자와 EPC 네트워크 시스템에 의해서 생성된다고 가정한다.

먼저 이 논문에서 사용되는 구현 알고리즘인 EPC 코드 생성 알고리즘은 다음과 같다.

Step:

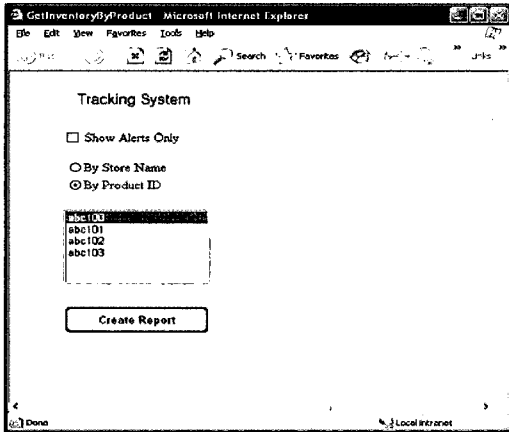
1. 제품에 EPC 코드를 부여한다.
2. 회사에 EPC 코드를 부여한다.
3. 주어진 제품과 회사 EPC 코드를 위해 다음 시리얼 번호를 얻는다.
4. SGTIN 코드에 따라 코드를 결합하고, 제품 테이블에 생성된 EPC 코드를 삽입한다.

추적 및 인증시스템의 구현 환경은 <표 1>과 같다.

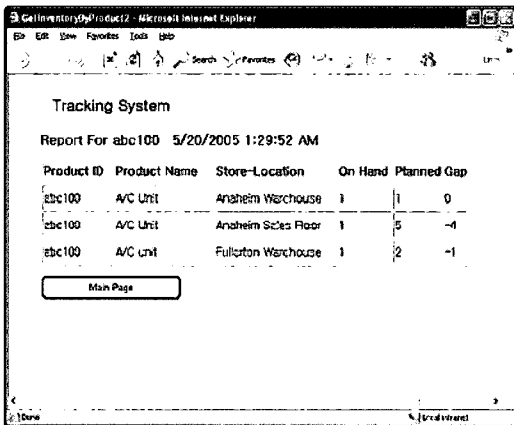
<표 1> 추적 및 인증시스템의 구현 환경

Hardware testing environment	
CPU	Intel Pentium III
RAM	256MB
Hard Disk Size	40GB
Software testing environment	
Operating System	Microsoft XP Professional
Microsoft Visual Studio .Net 2003	
Programming Languages	Visual C#, HTML, Xpath, Java Script, XML, SQL
Database	Microsoft SQL Server 2000

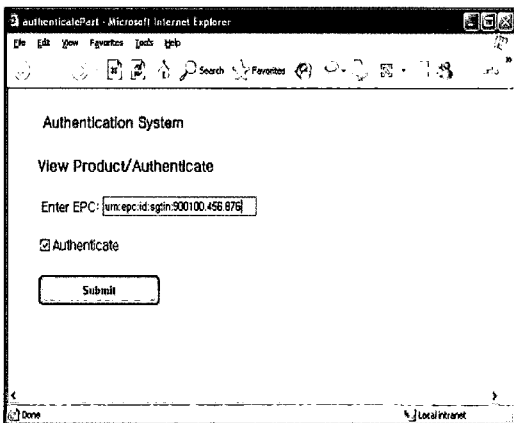
(그림 8), (그림 9)는 추적시스템의 구현 결과이며, 인터페이스는 저장으로나 생산품 ID 둘 다 재고현황 상태를 보기 위해 사용자가 선택하도록 한다. 또한 GetInventoryBy-ProductID(Product) 함수를 사용하여 제품의 현재 재고 양과 반납을 검색하여 실시간으로 파악한 제품 결과를 보여준다. 본 논문에서는 자동차 부품을 적용하였으며 입력으로는 제품ID, 출력은 제품 이름, 제품 다겟 양, 현재 재고 양이다.



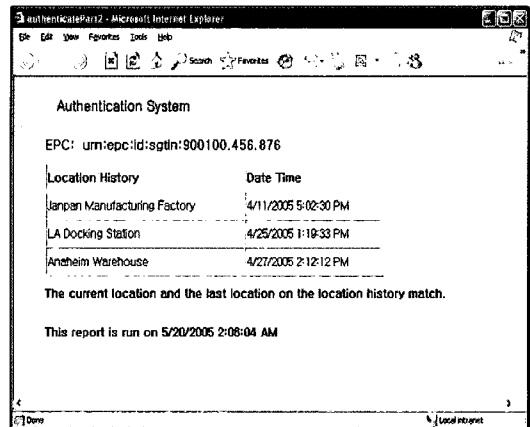
(그림 8) 추적시스템의 입력 화면



(그림 9) 추적시스템의 출력 화면



(그림 10) 인증시스템의 입력 화면



(그림 11) 인증시스템의 출력 화면

(그림 10), (그림 11)은 인증시스템을 구현한 결과로써 시스템 인터페이스인 AuthenticatePart(EPC) 함수를 이용하여 입력으로 EPC를 취하여 제품의 현재 위치를 보여준다. 그리고 EPC가 유효한 코드라면 EPC가 이동한 위치에 대한 히스토리를 시간 순서대로 보여준다.

5. 결 론

본 논문은 네트워크에서 모든 제품의 상태를 실시간으로 파악하고 정품을 인증하는 추적 및 인증시스템을 설계 및 구현하였다.

추적 및 인증시스템은 각각의 유일한 EPC가 각 제품에 대한 정보를 가지고 전송되며 리더가 코드를 판독할 때, 디지털 형식으로 전환되어 EPC-IS에 저장된다. EPC-IS는 EPC 네트워크의 주된 백본이다. 또한 ONS, 검색 서비스, 클라이언트 응용프로그램을 위해 EPC-IS로 접속하며, EPC-IS에서 리턴된 결과로는 EPC, 시간, 위치를 출력함으로써 제품 상태 파악을 실시간으로 제공한다. 이보다 더 중요한 것은 각 제품을 인증하는 인증시스템으로 각 제품이 정확한 EPC를 가지고 있을 때 EPC 코드가 생성된다. 만약에 제품이 무효 EPC를 가지고 있다면 모조품이고, 정확한 EPC라 할지라도 현재 위치가 마지막으로 리더에 읽혀졌던 곳이 아니면 도난품이 된다. 본 논문에서는추적 및 인증시스템 구현 결과를 출력하기 위해서 자동차 부품 코드를 적용하였다.

따라서 추적 및 인증 시스템의 설계 및 구현을 통하여 물류분야에서 실시간으로 제품의 재고관리와 위조품 및 도난품을 파악하는 서비스를 제공하였다.

참 고 문 헌

[1] Magnus Bang, Anders Larsson, Erik Berglund and Henrik Eriksson, "Distributed user interfaces for clinical ubiquitous computing applications," International journal of Medical Informatics, Vol.74, pp.545-551, 2005.

- [2] Willam P. Walsh, "Research and application of RFID Technology to enhance aviation security," IEEE, 2000.
- [3] Mark Harrison, EPC Information Service, Cambridge Auto-ID Lab, Institute for Manufacturing, University of Cambridge.
- [4] David L. Brock, "The Virtual Electronic Product Code," Auto-ID Center Whitepaper, 2002.
- [5] 한민규 "EPC 네트워크와 이동 RFID 네트워크간 서비스 연동 방식", 정보과학회 논문집 Vol.32, No.2, pp.358-360, 2005년 10월.



신 명 속

e-mail : msshin@hanafos.com

1992년 광주대학교 전자계산학과(공학사)
 1996년 광주대학교 컴퓨터학과(공학석사)
 2005년 조선대학교 컴퓨터공학과 박사과정
 수료
 2006년~현재 조선대학교 컴퓨터공학과
 시간강사

관심분야: 시스템소프트웨어, 유비쿼터스컴퓨팅, 정보보호 등



홍 성 표

e-mail : hongsp@chosun.ac.kr

1997년 광주대학교 전자계산학과(공학사)
 2001년 조선대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 2005년 조선대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
 2003년~현재 조선대학교 경상대학
 겸임교수

관심분야: 시스템 보안, 운영체제, 무선랜 보안 등



이 준

e-mail : jlee@chosun.ac.kr

1979년 조선대학교 전자공학과(공학사)
 1981년 조선대학교 전자공학과(공학석사)
 1997년 숭실대학교 전자계산학과(공학박사)
 1982년~현재 조선대학교 전자정보공과대학
 컴퓨터공학부 교수

관심분야: 운영체제, 정보보호, 유비쿼터스컴퓨팅 등