한국산학기술학회논문지
Vol. 9, No. 6, pp. 1639-1646, 2008

.NET Compact Framework를 활용한 SOA 환경 기반의 임베디드 RFID 미들웨어 시스템 설계 및 구현

문일현[1], 한새론[1], 최관순[1*], 김동식[2], 전창완[2], 이순흠[2], 전흥구[2]

A Design and Implementation of Embedded RFID Middleware System based SOA Environment Using .Net Compact Framework

IlHyeon Moon[1], SaeRon Han[1], Kwan-Sun Choi[1*], DongSik Kim[2], ChangWan Jeon[2], SunHeum Lee[2] and HeungGu Jeon[2]

요 약 본 연구에서는 PXA255 임베디드 보드를 이용하여, Windows CE를 운영체제를 기반으로 .NET Compact Framework 플랫폼을 기반으로 동작하는 새로운 형태의 RFID 미들웨어 시스템을 설계하고 구현하였다. 제안한 임베디드 RFID 미들웨어 시스템은 RS-232를 인터페이스로 하는 다수의 RFID 센서를 LAN을 통해 제어하며, RFID 미들웨어의 필요한 각각의 기능에 따른 컴포넌트 기반으로 설계하였다. SOA 환경에서 동작하는 애플리케이션 모듈은 임베디드 RFID 미들웨어를 통해 RFID 센서들이 감지한 데이터를 전송받아 분석하고, 이에 따라 적절한 비즈니스 로직을 수행한다. 최종 사용자가 사용하게 되는 클라이언트 모듈은 애플리케이션의 웹 메소드 호출을 통해 데이터베이스로부터 RFID 관련 정보를 이용할 수 있다.

Abstract This study designed and realized a new type of RFID middle-ware based on .NET Compact Framework platform using PXA255 embedded board and Windows CE as operating system. The proposed embedded RFID middle-ware system controls via LAN a number of RFID sensors using RS-232 as interface and was designed on the basis of components of each function necessary RFID middle-ware. Application module operating in the SOA environment analyzes the data received from the RFID sensors with the embedded RFID middle-ware and in turn performs appropriate business logic. Client module to be used by end users can use RFID information in database, by web method call of application.

Key Words : Window CE, .Net, 임베디드, Middleware, RFID, SOA

1. 서론

컴퓨터와 인터넷의 지속적인 보급과 발전과 함께 정보기술 산업의 규모와 범위도 날마다 눈부신 발전을 이루고 있다. 이러한 상황에서 차세대 정보기술의 패러다임으로 주목받고 있는 유비쿼터스 컴퓨팅이란 용어는 사용자가 네트워크나 컴퓨터를 의식하지 않고 장소에 상관없이 자유롭게 네트워크에 접속할 수 있는 환경을 의미한다. 이에 따라서, 유비쿼터스 컴퓨팅을 가능하게 하는 차세대 핵심 기술로 RFID 기술이 급부상하고 있으며, RFID를 기반으로 하는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 응용 서비스를 제공하기 위한 다양한 연구개발이 진행되고 있다.

기존의 RFID 미들웨어 시스템은 대부분 고성능의 범용 서버 컴퓨터 환경에서 구축되어 있다. 시중에 출시된 대부분의 미들웨어 제품이 대량의 데이터 처리를 필요로 하는 엔터프라이즈 시스템에 적합하게 설계되었기 때문이다. 이로 인해, 국내에서 진행 중인 대부분의 RFID 파일럿 프로젝트가 미들웨어 자체에 대한 인식의 부족이나 기업용 미들웨어 제품을 사용할 만큼 규모가 크지 않음을 그 근거로 하여 미들웨어 기술을 도입하지 않고 있는 경우가 많은 실정이다. 하지만 시장이 고도화될수록 소프트웨어 부분에 대한 비용 투자가 증가하게 되고, 향후에

[1]순천향대학교 전기통신공학과
[2]미래에너지
*교신저자 : 최관순(cks1329@sch.ac.kr)
접수일 08년 06월 25일 수정일 (1차 08년 09월 17일, 2차 08년 11월 28일) 게재확정일 08년 12월 16일

는 RFID 소프트웨어 시장의 규모가 현재 태그, 리더기 시장의 규모와 역전될 것으로 전망되기 때문에, 이러한 시장을 대비한 다양한 모델의 RFID 미들웨어 제품 및 기술에 대한 연구가 이루어지고 있다[1~2].

본 연구에서는 Windows CE .NET을 운영체제로 하는 PXA255 임베디드 보드를 이용하여 새로운 형태의 임베디드 RFID 미들웨어 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템은 .NET Compact Framework 플랫폼을 기반으로 동작하고, LAN을 인터페이스로 사용하여 다수의 센서를 제어할 수 있다.

본 연구는 2장에서는 연구의 이론적 배경과 RFID 미들웨어 시스템의 연구 동향에서 대해 살펴본다. 3장에서는 임베디드 RFID 미들웨어 설계 및 구현에 대하여, 4장에서는 이를 활용한 학생출석 어플리케이션 구현에 대하여 설명하고 마지막으로 5장에서는 결론과 향후 연구 과제를 제시한다.

2. 이론적 배경 및 RFID 미들웨어의 연구동향

2.1 이론적 배경

1) SOA (Service-oriented Architecture)

SOA는 최근 소프트웨어 업계 전반을 휘감고 있는 최고의 화두로서. SOA에서 서비스는 특정 업무를 통칭해 부르는 개념이다. 서비스 지향 아키텍처는 비즈니스 프로세스와 그것을 지원하는 IT 기반 구조를 안전하고 표준화된 컴포넌트 서비스로 통합하기 위한 프레임워크이며, 이들 서비스는 변화하는 비즈니스 우선순위를 해결하기 위해 재사용하고 결합된다. SOA는 그 자체로 특정 기술이나 제품을 의미하는 것은 아니라 기업이나 조직의 IT 시스템을 구축하는 새로운 방법론이라고 할 수 있다.

SOA는 애플리케이션의 기능들을 사용자에 적합한 크기로 공개한 호출 가능한 컴포넌트의 집합으로, 고객, 공급자, 파트너 등 다수 기업과의 관계적 협업 관계가 중시되는 새로운 비즈니스 환경변화에 대응할 수 있는 최적의 대안으로 떠오르고 있다.

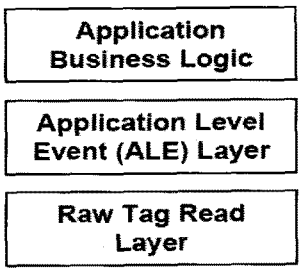
2) RFID 미들웨어

RFID 미들웨어는 서로 다른 기종의 시스템 환경에서 RFID 센서로부터 유입되는 태그 데이터를 의미 있는 정보로 변환하고, 이를 필요로 하는 응용 서비스로 전달하는 시스템 소프트웨어로서, RFID 응용서비스를 쉽게 구축할 수 있도록 지원한다.

2.2 RFID 미들웨어의 연구 동향

EPC global은 RFID 기술을 사용하여 전 세계의 물류 환경을 통합하기 위한 표준화를 진행하고 있다. 초기에 Savant라 불리는 내부 구조에 중점을 둔 RFID 미들웨어 시스템의 표준을 발표하였으며, 최근에는 미들웨어의 인터페이스 표준화에 중점을 둔 ALE(Application Level Event) 모델을 발표하였다[3]. [그림 1]은 ALE 모델에서 제안하는 RFID 시스템의 구성도이다.

ALE의 경우와 같이 RFID 미들웨어 기술의 표준화에 대한 지속적인 연구와 함께, 미들웨어에 연속적으로 전달되는 대량의 데이터를 효율적으로 처리하는 기법에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다[4~5]. 이는 RFID 미들웨어 시스템과 기존의 시스템을 접목시키기 위한 데이터 처리 방법에 대한 연구를 포함하며, 기존의 데이터베이스 및 엔터프라이즈 시스템과 연동해 데이터를 적절히 필터링하여 제공하는 것이 관건이라 할 수 있다.



[그림 1] ALE의 RFID 시스템 구성도

이러한 시스템과의 효과적인 연동을 위해, 표준 데이터 포맷을 이용하여 유연하고 유지보수가 용이한 애플리케이션 아키텍처의 설계에 대한 연구를 살펴볼 수 있다[6]. 최적화된 아키텍처는 표준 기술에 기반 하여, 이기종 시스템들 간의 상호 호환성을 높일 수 있고 느슨한 결합을 가져야 하며, 이를 위한 방안으로 최근 IT 시스템의 효율적인 통합을 위해 연구가 활발히 이루어지고 있는 서비스 지향 아키텍처(SOA)의 적용이 새롭게 제시되었다[7~8].

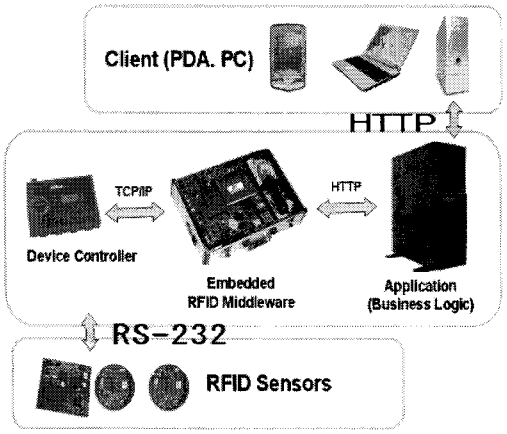
RFID 기술의 도입은 IT 산업뿐만 아니라 물류, 국방, 조달, 교통, 의료 등 전 산업분야에 걸쳐 큰 영향을 미칠 것으로 예상되고 있으며, 현재 각각의 업무 상황에 적합한 다양한 RFID 응용 시스템 설계에 대한 연구가 이루어지고 있다[9~15].

3. 임베디드 RFID 미들웨어 설계 및 구현

3.1 시스템의 구성

본 연구에서 제안한 임베디드 RFID 미들웨어를 위한 전체 시스템은 [그림 2]와 같이 구성된다. 센서 모듈은 디바이스 컨트롤러에 연결되고, 클라이언트 모듈은 비즈니스 로직에 해당하는 애플리케이션 모듈에 연결되어있다.

본 연구에서 사용한 RFID 센서 모듈의 스펙으로 13.56MHz의 주파수로 동작하는 4개의 RFID 센서 모듈을 사용하였다. 13.56MHz의 주파수는 주로 IC 카드, 신분증 등에서 활용되고 있다.



[그림 2] RFID 시스템 구성도

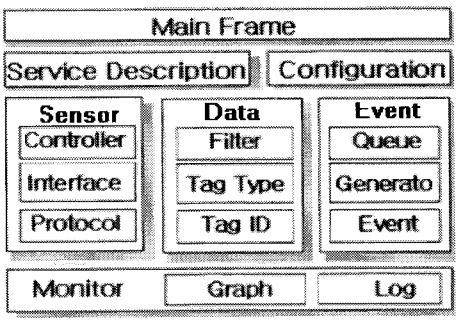
3.2 Device Controller

디바이스 컨트롤러는 RS-232를 인터페이스로 사용하는 다수의 RFID 센서를 LAN을 이용하여 제어하고 데이터를 송수신 하기위해 사용하는 터미널 서버이다. 이러한 터미널 서버의 구축은 RFID 미들웨어와 센서들 간의 거리 및 공간에 대한 제한을 해결할 수 있는 방안을 마련해 주고, 미들웨어 자체에서 제공하는 소수의 연결 포트의 한계를 보완하여 확장할 수 있는 기능을 제공한다.

3.3 임베디드 RFID 미들웨어 시스템

1) 시스템의 구성

임베디드 RFID 미들웨어 시스템의 구성은 [그림3]과 같다. 임베디드 RFID 미들웨어는 시스템의 UI 및 프로그램 전체의 흐름을 담당하는 Main Frame, 센서들의 제어를 위한 Sensor Manager, 수집된 태그 데이터의 필터링을 담당하는 DataManager와 필터링된 데이터를 이용해 이벤트를 작성하고 저장하는 Event Manager, 작성된 이벤트를 처리하기 위한 명세서를 제공하는 Service Description, 시스템 설정을 위한 Configuration과, 마지막으로 데이터의 처리 상황을 모니터링 하는 Monitor로 구성된다.



[그림 3] 임베디드 RFID 미들웨어 시스템

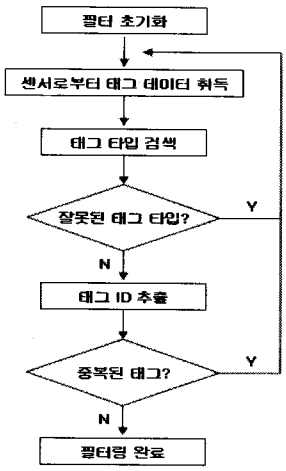
2) Sensor Manager

Sensor Manager는 임베디드 RFID 미들웨어 시스템에서 RFID 센서들을 관리하며 제어 기능을 수행하는 DLL 컴포넌트로 크게 Interface, Protocol, Controller 클래스로 구성된다. Interface 클래스는 센서에 대한 인터페이스 연결을 담당하는 클래스이고, Protocol 클래스는 센서를 제어하기 위한 명령 프로토콜을 저장하고 있는 클래스이다. Interface 클래스의 인스턴스는 연결되어 있는 한 개의 센서를 의미하며, 이렇게 생성된 다수의 인스턴스들은 멀티스레딩을 기반으로 동작하여 데이터를 송수신한다.

3) Data Manager

Data Manager는 Sensor Manager에서 센서로부터 수집한 태그 데이터의 필터링 기능을 수행하는 DLL 컴포넌트이다. Data Manager는 Filter, TagID, TagType 클래스로 구성된다. TagID 클래스는 해당 태그로부터 ID를 추출하는 기능을 수행하고, TagType 클래스는 태그의 타입을 검색하는 기능을 수행한다. Filter 클래스는 이렇게 알아낸 태그의 ID와 타입을 바탕으로 필터링을 수행하고, RFID 미들웨어 시스템에 필터링된 데이터를 전송한다.

[그림 4]는 Data Manager에서 수행하는 필터링 알고리즘의 흐름도이다. 가장 먼저 필터를 초기화하는 작업이 수행되고 나서, 센서로부터 태그 데이터를 취득하고 필터링하는 과정이 반복적으로 수행된다. 필터링 과정을 통해서 잘못 입력된 태그 데이터와 중복된 태그 데이터가 걸러지게 되어, 최종적으로 올바른 입력에 대한 데이터만 이벤트로 작성하게 된다.



[그림 4] Data Manager의 필터링 알고리즘 흐름도

4) Event Manager

[그림 5]는 작성한 이벤트 메시지의 구조를 보여준다. 이벤트 메시지의 구조에서 Application ID는 Service Description 컴포넌트의 명세를 참조하여 작성되는 값으로, 해당 이벤트에 대한 데이터를 원하는 애플리케이션 모듈을 의미한다. 그 외에도 센서의 ID, 태그의 ID와 타입, 취득 시간이 이벤트에 작성된다.

[그림 5] 이벤트 메시지의 구조

5) Service Description

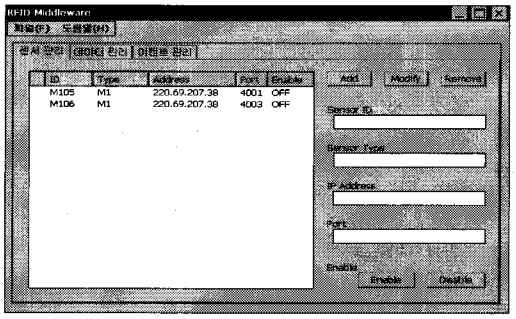
Service Description은 이벤트 메시지의 작성 및 처리 방법에 대한 설명을 담당하는 컴포넌트이다. Service Description은 각 애플리케이션이 요구하는 이벤트 메시지에 대한 정보를 담고 있으며, 이는 특정 센서의 ID와 태그 타입에 대한 명세를 포함한다.

6) Main Frame

본 연구에서 구현한 임베디드 RFID 미들웨어 시스템의 Main Frame은 센서 관리부, 데이터 관리부, 이벤트 관리부로 이루어져 있다.

가. 센서 관리부

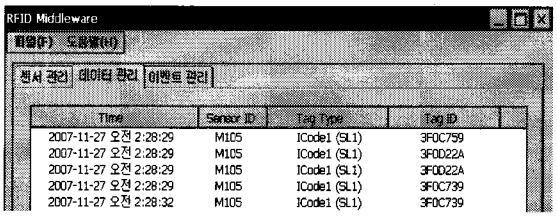
[그림 6]은 센서를 관리하기 위한 센서 관리부의 화면구성을 보여준다. 화면의 좌측에 있는 리스트 상자에는 현재 등록되어 있는 센서에 대한 정보와 연결 상태를 보여준다.



[그림 6] RFID 미들웨어 시스템의 센서 관리부 화면

나. 데이터 관리부

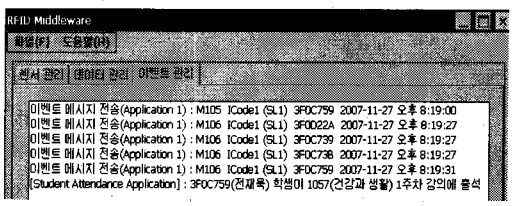
[그림 7]은 Main Frame의 데이터 관리부 화면이다. 중앙의 리스트 상자는 각 센서에서 전송받은 태그 데이터들의 취득 시간, 센서의 ID, 태그 타입, 태그 ID에 대한 정보를 보여준다.



[그림 7] RFID 미들웨어 시스템의 데이터 관리부 화면

다. 이벤트 관리부

[그림 8]은 Main Frame의 이벤트 관리부 화면이다. 중앙의 리스트 상자에서 각 애플리케이션 모듈에 전송되는 이벤트 메시지를 확인할 수 있다. 이벤트 메시지는 애플리케이션의 ID, 센서 ID, 태그 타입, 태그 ID, 취득 시간으로 구성되어 해당 애플리케이션 모듈의 Web Service 호출을 통해 전송되며, 만약 전송한 메시지에 대한 수행 결과를 받으면, 리스트 상자에 수행 결과에 대한 내용이 추가된다.



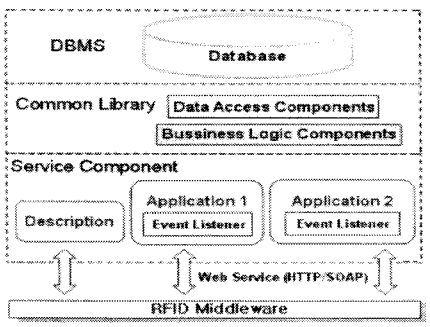
[그림 8] RFID 미들웨어 시스템의 이벤트 관리부 화면

4. 학생 출결관리 애플리케이션 구현

애플리케이션은 RFID 미들웨어로부터 이벤트 메시지를 받아 비즈니스 로직을 처리하는 모듈로서, Web Service 기술을 기반으로 하는 SOA 환경에서 구현하였다. [그림 9]는 본 연구에서 구현한 SOA 환경의 내부 계층 구조이다.

본 연구에서는 DBMS로 윈도우용 Oracle을 사용하였다. Common Library 계층은 데이터베이스에 접근하는 모든 기능들을 담당하는 데이터베이스 관련 컴포넌트들과, 단위 서비스를 수행하는 비즈니스 로직 컴포넌트들로 구성된다. 관련 컴포넌트는 데이터베이스에 관련된 작업을 분리하여 추상화된 데이터베이스 접근을 제공하며, 추상화된 인터페이스를 이용하여 비즈니스 로직 컴포넌트 혹은 Service Component 계층에서 바로 사용이 가능하도록 한다. 비즈니스 로직 컴포넌트는 서비스의 콘텐츠 부분을 담당하는 모듈로서, 특히 구현될 서비스 중 개별적으로 재사용이 가능한 최대의 단위가 비즈니스 로직 컴포넌트로 구성된다.

RFID 미들웨어는 Description 서비스에 명세 되어있는 내용에 따라 동작을 수행하므로, 이벤트 메시지를 전송받기 원하는 애플리케이션은 미리 Description 서비스에 해당 정보를 작성해야 한다. 동시에, RFID 미들웨어와 연결되는 모든 애플리케이션 모듈들은 내부에 Event Listener 메소드를 두어, 이벤트 메시지를 전송받고 그에 따른 적절한 비즈니스 로직을 수행하도록 한다.



[그림 9] SOA의 내부 구조데이터베이스

본 연구에서 구현한 RFID 미들웨어 시스템의 동작 테스트를 위해 애플리케이션 모듈을 구현하였다. 학생 출결관리 시스템으로, 다수의 학생들이 각각의 고유한 RFID 태그를 발급받고, 강의실 입구에 설치된 RFID 센서에 태그를 인식시킴으로써, 실시간 출결 관리를 수행하는 시스템이다. [그림 10]은 학생 출결관리 시스템의 구현을 위한 데이터베이스 테이블의 구조를 보여준다. 생성한 데이터베이스 테이블은 학생, 강의실, 강좌, 수강으로 구성되어 있으며, 각각의 ID를 기본 키로 가지고, 다른 테이블로부터 외래 키를 참조하여 사용한다.

학 생	강의실	강 좌	수 강
ID	강의실 ID	강좌 ID	학번
학번	강의실 명	강좌명	강좌 ID
이름		강의시간	출결상황
비밀번호		강의실 ID	출결시간

[그림 10] 학생 출결관리 시스템의 테이블 구조

[그림 11]은 Description 서비스 애플리케이션에서 작성한 XML 파일의 구조로서, 학생 출결관리 시스템이 필요로 하는 이벤트 메시지에 대한 내용을 담고 있다. 작성된 XML 파일은 RFID 미들웨어 시스템의 Service Description 컴포넌트를 통해 전송된다.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
- <Description>
  - <Service_List>
      <ApplicationID>AttendanceService</ApplicationID>
      <SensorID>M*</SensorID>
      <TagType>ICode1 (SL1)</TagType>
    </Service_List>
  - <Service_List>
      <ApplicationID>BookLendingService</ApplicationID>
      <SensorID>L*</SensorID>
      <TagType>ICode1 (SL1)</TagType>
    </Service_List>
  - <Service_List>
      <ApplicationID>BookLendingService</ApplicationID>
      <SensorID>L*</SensorID>
      <TagType>ICode SLI (SL2)</TagType>
    </Service_List>
  - <Service_List>
      <ApplicationID>BookLendingService</ApplicationID>
      <SensorID>R*</SensorID>
      <TagType>ICode SLI (SL2)</TagType>
    </Service_List>
  - <Service_List>
      <ApplicationID>BookLendingService</ApplicationID>
      <SensorID>G*</SensorID>
      <TagType>ICode SLI (SL2)</TagType>
    </Service_List>
</Description>
```

[그림 11] XML을 이용한 서비스 명세서

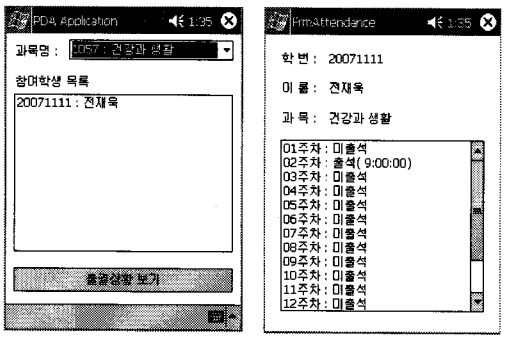
4.1 Client 모듈 구현

클라이언트 모듈은 RFID 미들웨어 시스템과 마찬가지로 Web Service를 이용하여 Service Component 계층의 애플리케이션에 접근하고, 해당 애플리케이션의 웹 메소드를 통해 데이터베이스로부터 RFID 관련 정보를 이용할 수 있다.

4.2 PDA Client

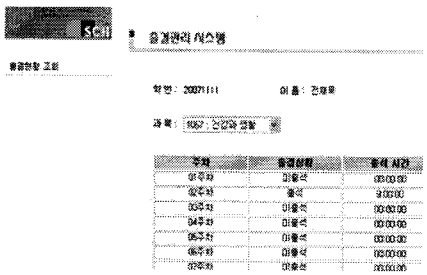
PDA 클라이언트 모듈은 .Net Compact Framework를 이용하여 구현된 스마트 장치용 프로그램이다. [그림 12]

는 학생 출결관리 시스템의 PDA 클라이언트 모듈로서, 모든 과목과 수강 학생에 대한 정보를 검색할 수 있고, 특정 과목에 대한 해당 학생의 출결 상황을 조회할 수 있다.



[그림 12] 학생 출결관리 시스템의 PDA Client 4.3 PC Client

PDA 클라이언트 모듈은 ASP.NET을 이용하여 구현된 웹 응용 프로그램으로, Web Service를 이용하여 비즈니스 로직을 수행하는 구조로 동작한다. [그림 13]은 학생 출결관리 시스템의 PC 클라이언트 모듈로서, 로그인한 학생의 모든 수강 과목에 대한 출결 상황에 대한 정보를 조회할 수 있다.



[그림 13] 학생 출결관리 시스템의 PC Client

5. 결론 및 향후 연구과제

유비쿼터스 시대의 본격적인 개막과 함께 차세대 핵심 기술로 RFID 기술이 급부상하고 있으며, 이를 위한 다양한 연구개발이 진행되고 있다. 본 연구는 RFID 시스템을 구축함에 있어서 가장 중요한 요소 중의 하나인 RFID 미들웨어 시스템의 연구 동향을 분석하고, PXA255 임베디드 보드를 이용한 새로운 형태의 RFID 미들웨어 시스템을 제안하였다.

제안한 임베디드 RFID 미들웨어 시스템은 RS-232를 인터페이스로 하는 다수의 RFID 센서를 제어할 수 있으며, 연결 포트의 한계를 보완하기 위해 RFID 미들웨어와 센서 사이에 터미널 서버를 두어 LAN을 통해 데이터를 전송하도록 구현하였다. 임베디드 RFID 미들웨어 시스템은 UI 및 프로그램 전체의 흐름을 담당하는 Main Frame과 센서들의 제어를 위한 Sensor Manager, 태그 데이터의 필터링을 담당하는 DataManager와 필터링 된 데이터를 이용해 이벤트 메시지를 관리하는 Event Manager, 이벤트 메시지를 처리하기 위한 명세서를 제공하는 Service Description, 시스템 설정을 위한 Configuration, 마지막으로 데이터의 처리 상황을 모니터링 하는 Monitor로 구성된다. 이들은 RFID 미들웨어의 필요한 기능에 따라 각각 컴포넌트 기반으로 설계하였으며, 멀티 스레드 기반에서 안정적이고 유기적으로 동작을 수행한다. 애플리케이션 모듈은 임베디드 RFID 미들웨어를 통해 RFID 센서들이 감지한 데이터를 전송받아 분석하고, 이에 따라 적절한 비즈니스 로직을 수행한다. 임베디드 RFID 미들웨어는 Web Service 기술을 통해 이벤트 메시지를 애플리케이션 모듈에 전송하며, 이러한 운영 방식을 지원하기 위해 DBMS, Common Library, Service Component의 세 계층으로 구성된 SOA 환경을 구현하였다. Description 서비스는 다른 애플리케이션 모듈과 함께 Service Component 계층에 위치하며, RFID 미들웨어에 각 애플리케이션 모듈이 필요로 하는 태그 데이터에 대한 명세서를 제공한다. 최종 사용자가 사용하게 되는 클라이언트 모듈은 애플리케이션의 웹 메소드 호출을 통해 데이터베이스로부터 RFID 관련 정보를 이용할 수 있다. 구현한 전체 시스템의 테스트를 위해서 학생 출결관리 시스템을 제작하였고, 원활한 데이터 흐름과 정확한 동작을 확인할 수 있었다.

향후 연구과제로는 RFID 미들웨어 시스템의 기능에 적합하지 않거나 불필요한 요소를 포함하지 않는 전용 임베디드 장치 개발에 대한 연구도 함께 이루어져야 하며, 이를 통해 시스템의 비용절감과 성능향상을 기대할 수 있을 것이다.

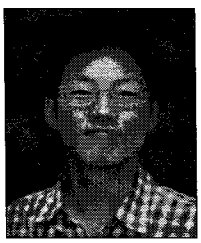
참고문헌

[1] Vincent Chevrin. Project Ubi-Learn : an Intermediation Infrastructure for Multi-channel Accesses to Future LMS. AICT/ICIW 2006.

[2] Christian Floerkemeier. RFID middleware design - addressing application requirements and RFID constraints. Institute for Pervasive Computing Department of Computer Science. 2005.

[3] The Application Level Events (ALE) Specification, Version 1.0. EPCglobal.
[4] 염세준, 박승보, 조근식. USN 환경에 적합한 임베디드 시스템 상의 RFID 미들웨어의 설계 및 구현. 인하대학교. 2006.
[5] 이찬영. RFID 응용 프로그램 개발을 위한 RFID 비즈니스 이벤트 프레임워크의 설계 및 구현. 석사학위 논문, 부산대학교. 2006.
[6] 이기로. 어플리케이션 상황인지 기반의 RFID 미들웨어 프레임워크 설계. 석사학위 논문, 연세대학교. 2006.
[7] 장정수, 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 RFID 응용 서비스 아키텍처에 관한 연구. 석사학위 논문, 배재대학교. 2006.
[8] 신성환, 유비쿼터스 환경에서 서비스 통합을 위한 웹서비스 변환 미들웨어 프레임워크. 석사학위 논문, 건국대학교, 2007.
[9] 손권운. 비즈니스 프로세스의 빠른 이행 및 효과적인 재사용을 위한 웹서비스 기반의 기업 아키텍처. 석사학위 논문, 포항대학교. 2007.
[10] 양경식. 유비쿼터스 활성화를 위한 RFID 이용에 관한 연구. 석사학위 논문, 건국대학교. 2005.
[11] 이종상. RFID 기술을 적용한 출입통제 관리 시스템 구축사례 연구. 석사학위 논문, 연세대학교. 2006.
[12] 박주희. RFID를 이용한 HL7기반의 병원정보시스템 구축. 석사학위 논문, 광운대학교. 2006.
[13] Robert C. Yoder, Using RFID in the Classroom to Teach Information Systems Principles. CCSC : Nort heastern Conference, 2006.
[14] 김재천. RFID 기반 엔터프라이즈 애플리케이션 프레임워크를 이용한 프랜차이즈 체인 시스템의 설계 및 구현. 석사학위 논문, 부경대학교, 2006.
[15] 양경미, 영어 상황학습을 위한 RFID 미들웨어 및 응용 연구. 석사학위 논문, 제주대학교. 2006.

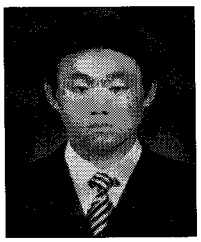
문 일 현(ILHyeon Moon) **[준회원]**



- 2007년 2월 순천향대학교 정보기술공학부 졸업
- 2008년 현재 순천향대학교 전기통신공학과 석사과정

<관심분야>
임베디드시스템, 원격교육, 영상처리

한 새 론(SaeRon Han) **[준회원]**



- 2008년 2월 순천향대학교 정보기술공학부 졸업
- 2008년 현재 순천향대학교 전기통신공학과 석사과정

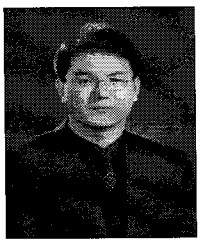
<관심분야>
가상 교육 콘텐츠개발, 영상처리, 컴퓨터그래픽스

최 관 순(Kwansun Choi) **[정회원]**

- 1994년 8월 : 서강대학교 전자공학과(공학박사)
- 2008 현재 : 순천향대학교 전기통신공학과 교수

<관심분야>
영상처리, GIS, 가상교육, 임베디드시스템, RFID, 웹기반 하드웨어제어, 영상처리, 교육용콘텐츠개발

김 동 식(DongSik Kim) **[정회원]**



- 1992 고려대학교 전기공학과 공학박사(제어계측전공)
- 1997 University of Saskatchewan 방문연구교수
- 2005 University of Ottawa 방문연구교수
- 2008 현재 : 순천향대학교 전기통신공학과 교수

<관심분야>
웹기반 가상 및 원격 실험실 개발,웹기반 교육용 컨텐츠 개발,지능제어 및 비선형제어

전 창 완(ChangWan Jeon) **[정회원]**

- 1996 서울대학교 제어계측공학과 공학박사
- 2008 현재 : 순천향대학교 전기통신공학과 부교수

<관심분야>
제어시스템, 시스템모델링, GPS응용시스템, 임베디드시스템 SW, 응용 SW

이 순 흠(SunHeum Lee) **[정회원]**

- 1990년 고려대학교 전자공하과 공학박사
- 2008년 현재 : 순천향대학교 정보통신공학과 교수

<관심분야>
가상 및 원격 실험실 콘텐츠개발, 컴퓨터네트워크, 임베디드시스템, 모바일프로그래밍, VHDL

전 흥 구(HeungGu Jeon) **[정회원]**

- 2003년 2월 순천향대학교 전자공학과 공학박사
- 2004년 8월-2005년 7월 : 한국통신정보기술
- 2006년 3월-2007년 4월 : 성진하이테크
- 2008년 5월- 현재 "미래 에너지

<관심분야>
임베디드시스템, 가상 교육 콘텐츠개발, 영상처리