Tiny-DB를 응용한 센서 네트워크 기반의 Web Server 설계 및 구현에 관한 연구

이상훈° 문승진
수원대학교 IT대학 컴퓨터학과
{vkfka1°, sjmoon}@suwon.ac.kr

A Study on Design and Implementation of Web Server Based on Sensor Network Using Tiny-DB

Sang-Hoon Lee° Seung-Jin Moon
Dept. of Computer Science, The University of Suwon

요 약

센서 네트워크 노드는 각각 초저전력, 초소형, 저비용을 지향하는데 이러한 하드웨어 리소스를 사용하는 임베디드 OS가 TinyOS이다. TinyDB는 이러한 TinyOS 센서 네트워크로부터 정보를 추출하기 위한 쿼리 프로세싱 시스템이다. 이러한 TinyDB를 활용해서 X-Scale 기반의 임베디드 리눅스 환경에서 네트워크를 통한 Host서버와의 연계 및 센서 네트워크 응용에 관한 연구를 하였다.

1. 서 론

무선 ad-hoc 센서 네트워크는 전 세계적으로 매우 신속히 개발되고 확장되고 있다. 센서 네트워크의 대부분은 하드웨어 설계의 소형화, 통합화 그리고 저 전력 장치의 지향 뿐 아니라 에너지의 효율적 라우팅과 집합 알고리즘에 초점을 맞추고 있다. 이러한 센서 네트워크는 저전력, 저가격의 무선통신 기술, 초소형 마이크로프로세서 기술, 자동 구성이 가능한 Ad-hoc 네트워크 기술, 초소형정밀기계(MEMS) 기술, 다양한 종류의 스마트 센서 기술 그리고 임베디드 시스템 기술 등의 발전으로 그 실현 가능성이 높아 다양한 응용 분야에 사용될 수 있다.[1]

특히 이러한 센서 네트워크의 다양한 응용분야에서도 본 논문에서는 Ad-hoc 네트워크상에서 X-Scale 임베디드 장비를 통한 TinyDB 응용 프로그램의 효율적인 구현을 위한 연구에 관하여 논하였다.

본 논문은 2절 관련연구로 TinyOS 및 TinyDB와, 임베디드 리눅스에 대해서 간략하게 설명 하였고, 3절은 전체적인 개발환경에 관해서 그리고 4절은 이러한 임베디드 장비와 TinyDB를 활용한 웹서버 설계에 관해서 논하였으며, 마지막 5절에서는 결론 및 향후 연구에 대하여 기술하였다

2. 관련연구

2.1 TinyOS

센서 네트워크 노드는 자율적인 센싱과 Ad hoc 네트워크의 망구성을 통한 센싱 데이터의 전달을 기본 기능으로 한다. 센싱 필드에는 수많은 센싱노드가 존재할 수 있으며 각각의 노드는 초저전력, 초소형 그리고 1달러 이하의 가격을 지향하고 있다. 따라서 저전력, 적은 코드 사이즈, 최소한의 하드웨어 리소스를 사용하는 임베디드 OS가 필수적이다. 이러한 OS로 주목받는 OS가 TinyOS이다.[2] TinyOS는 무선 임베디드 센서 네트워크를 위해 설계된 오픈 소스 운영체제이다.

TinyOS는 스택 메모리 영역을 예약해야 하는 스택 기반 멀티쓰레드 방식의 단점을 대신해서 매우 적은 메모리로 멀티 태스킹을 지원할 수 있는 이벤트 기반 모델이다 또한 TinyOS는 소형 스케쥴러와 컴포넌트로 구성되며 컴포넌트는 네 부분으로 나뉘는데 커맨드 핸들러, 이벤트 핸들러, 고정 크기의 프레임, 태스크로 구성된다. 그림 1은 TinyOS의 컴포넌트 모델이다.

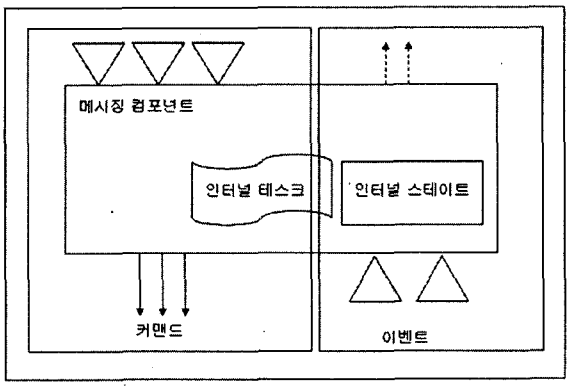

그림 1 TinyOS의 컴포넌트 모델[2]

2.2 TinyDB

TinyDB는 TinyOS 센서 네트워크로부터 정보를 추출하기 위한 쿼리 프로세싱 시스템이다.[4]

TinyDB는 사용자가 임베디드 C코드를 작성하지 않는 대신에 원하는 데이터를 추출하기 위해서 간단한 SQL 인터페이스를 제공한다. 즉 TinyDB는 모트에서 데이터를 수집하고, 필터링을 통해 모으고 PC에 라우트 하는 방식으로 데이터를 파워 소비적인 측면에서 효율적으로 전달한다. TinyDB의 몇가지 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, TinyDB는 센서 네트워크에서 받아진 센서의 종류를 기술하기 위해 메타데이타 카탈로그를 제공한다. 둘째, 사용자가 다루기 쉽게 원하는 데이터를 기술하는 평서 쿼리 언어를 사용한다. 셋째, 네트워크 망을 가지고 있다. 넷째, 동시에 같은 셋의 모트들을 실행할 때 멀티플 쿼리를 할당한다.

2.3 임베디드 리눅스

현재 개발된 임베디드 운영체제로는 Window CE, pSoS, VxWorks, uC/OS, QNX 등이 있지만 이런한 상용 운영체제들은 사이즈가 크고 커널이 재구성 되기가 어려우며 로열티가 비싼 편이다. 이에 임베디드 리눅스의 경우 커널을 개발 목적에 맞게 최적화 과정을 거쳐 크기를 줄일수 있으며, 공개된 운영체제로서 비용을 절감할 수 있는 장점이 있다.

이에 본 논문에서는 Embedded Linux를 X-Scale보드의 기반 운영체제로 선택하였다.

3. 개발환경

3.1 개발환경 시스템

3.1.1 하드웨어

- MIB510(Programming and Serial Interface Board)
- MPR2400(MICAz Processor/Radio Board)
- MTS310 센서 보드

(Accelerometer,Buzzer, Microphone, Magnetometer, Light, Temperature)

- Intel Xscale PXA255

3.1.2 소프트웨어

- tinyos-1.1.9Dec2004cvs-1.cygwin.noarch.rpm
- nesc-1.1.2a-1
- cygwin 1.5.12-1
- java version 1.4.2_08
- Apach Http Server 2.0.54
- Apach Tomcat 1.4
- linux kernel 2.4.19
- qt-embbeded 3.3.3
- *dillo-0.6.0 web server*

3.2 개발환경 구성도

호스트 PC는 웹서버의 기능을 하면서 Serial로 센서 네트워크 프로그래밍 보드와 연결되어 있어 Client의 기능을 하는 X-Scale보드에서 쿼리를 요청하게 되면 인터넷을 통해 서버에 전달되고 서버에서 프로그래밍 보드를 통해 각 노드에 전달하게 된다.

다시 센싱 된 데이터는 Web Server의 응용프로그램을 통해 Client에게 보여지게 된다.

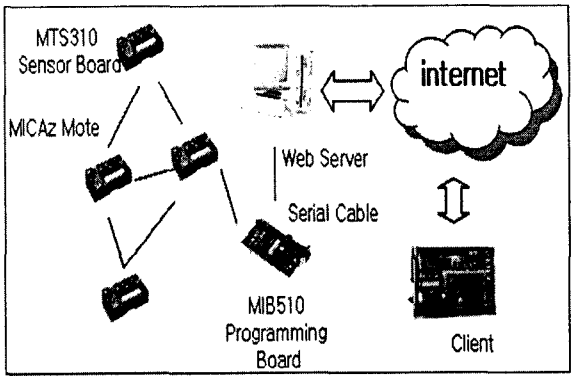

그림 2 개발환경 구성도

4. 임베디드 보드와 TinyDB를 활용한 Web Server 및 Client 설계

4.1 센서 네트워크 환경 설계

윈도우 XP Professional 환경에서 TinyOS를 인스톨하고 TinyDB를 각 노드에 포팅을 하였다. 그림 3은 TinyDb포팅 완료되었을 때를 보여준다.

그림 3 TinyDB 포팅

4.2 Web Server 환경 설계

Java Server Page 구현을 위해 자바 및 Apach 서버와

Tomcat 설치 후 애플리케이션을 구현한다. 그림 4는 TinyDB환경 설정 후 Catalog.xml에서 속성 값들을 읽어와서 보여주는 페이지다.

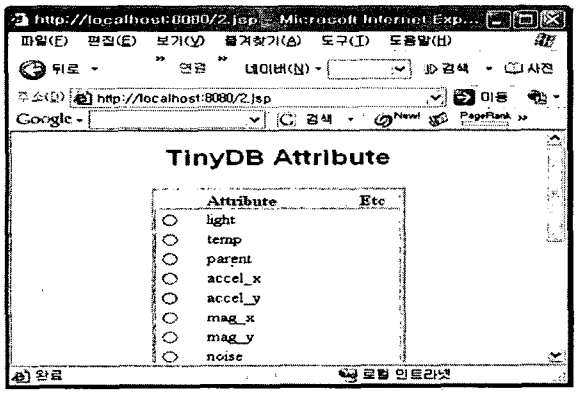

그림 4 TinyDB Attribute

4.3 Client 환경 설계

리눅스 커널 2.4.19 환경에서 프로그램을 설계하였고, Web 환경을 구축하기 위해 Dillo Web Server를 타겟보드에 포팅 하였다. 그림 5는 포팅 된 Client에서 Web Server로 TinyDB 환경을 받아오는 것을 보여준다.

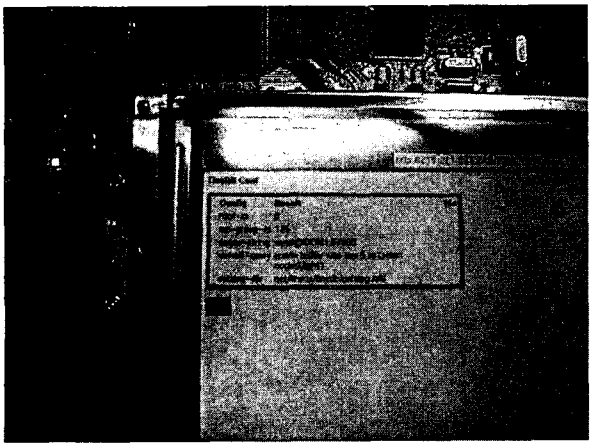

그림 5 Client의 TinyDB 환경

5. 결론 및 향후 연구과제

무선 센서 네트워크에서 TinyDB를 활용한 분야는 현재 군, 과학, 물류관리 및 다양한 환경에서 사용되고 있고, 그에 적합한 프로그램의 응용 필요하다. 현재 프로그래밍 보드를 통해 TinyDB를 포팅하는 것과 TinyDB의 환경과 속성 값을 읽어들여 Web Server의 환경 구축 부분 그리고 Client에서 Web 환경을 위한 프로그램의 타겟보드 포팅을 완료하였고, 웹에서 쿼리문의 전달, 그리고 센싱된 데이터의 수집 및 분석 등을 통한 통계자료의 구현 등이 필요하다.

향후 TinyDB를 사용한 프로그램의 응용은 환경 모니터링에서의 응용 뿐 아니라 다양한 센서를 이용해서 적극적인 움직임을 통한 응용, 그리고 자기센서 혹은 GPS를 통한 데이터 전송이나 다른 Database 시스템과의 연계를 통해서 인간의 삶에 더 편리한 기능을 제공할 것이다.

참고문헌

[1] 김대영 『월간 임베디드월드』 http://www.embeddedworld.co.kr
[2] 새로운 패러다임의 임베디드 시스템과 TinyOS 『마이크로소프트웨어』 2003년 11월
[3] S. Maddden, W. Hong, J. Hellerstein, and M. Franklin. TinyDB web page. http://telegraph.cs.berkeley.edu/tinydb
[4] http://www.tinyos.net/
[5] http://sourceforge.net/projects/tinyos
[6] http://www.greatduckisland.net
[7] KELP http://www.kelp.or.kr
[8] 하이버스 (주) http://www.hybus.net
[9] Sukun Kim, David Culler, James Demmel "Structural Health Monitoring Using Wireless Sensor Networks"
[10] Sam Madden, Joe Hellerstein, and Wei Hong "TinyDB: In-Network Query Processing in TinyOS"
[11] Samuel Madden, Michael J. Franklin, and Joseph M. Hellerstein, Wei Hong "The Design of and Acquisitonal Query Processor For Sensor Networks". To Appear, SIGMOD, June2003
[12] Samuel R. Madden, Michael J. Franklin, Joseph M. Hellerstein, and Wei Hong. TAG: a Tiny AGgregation Service for Ad-Hoc Sensor Network. OSDI, December 2002
[13] Wei Hong, Sam Madden "Implementation and Research Issues in Query Processing for Wireless Sensor Networks" ICDE 2004
[14] Wei Hong Tiny Application Sensor Kit(TASK)
[15] Kevin Mayer, Dr Ken Taylor "TINYDB BY REMOTE" Intergrated Design and Process Technology, IDPT-2003