

농축산 환경을 위한 USN 기반의 미들웨어 설계

궁상환*, 강윤희*, 유진호*
*백석대학교 정보통신학부
e-mail:kung@bu.ac.kr

USN Based Middleware Software Design for Agriculture and Stockbreeding

Sang Hwan Kung*, Yoon Hee Kang*, Jin Ho Yoo*
*BaekSeok University

요 약

본 연구는 가축의 생육상태를 온도 및 Ph 센서를 통해 실시간으로 감지하는 시스템의 설계를 다룬다. 농축산 환경에 적합한 요구사항을 토대로 센서와 임베디드 미들웨어, 그리고 백엔드 시스템에 필요한 소프트웨어 구조를 설계하고 평가한다. 특별히 논문에서는 출판-구독 모델을 통해 모듈의 추가 및 삭제가 용이한 모델을 제시하며, 이를 구현하기 위한 기법과 평가를 소개한다.

Key words : USN, 센서, 미들웨어, 아키텍처 패턴

1. 개 요

농축산이나 원예 분야에서 유비쿼터스 기술을 이용한 무인관리 시스템은 인력난을 해소하고 동시에 생산성을 제고하는 중요한 수단이 된다.

축산의 양돈번식의 예를 보면, 육안에 의한 발정의 확인은 50%에도 못 미치기 때문에, 발정확인 실패는 생산성 저하의 가장 큰 원인이 되고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해 센서를 기반으로 한 유비쿼터스 환경에서의 축산관리 시스템의 개발이 요구된다.

본 연구는 온도센서 및 PH 센서를 이용한 동식물의 관리를 위한 임베디드 시스템을 활용한 센서 정보 수집 USN 및 운용프로그램 개발한 내용을 다룬다.

돼지와 같은 가축은 번식상황(발정, 수정적기, 임신 및 분만)에서, 정상적인 체온보다 약 0.5 ~ 1.0℃ 정도 체온이 상승하게 되며, 이때의 pH도 상황에 따

라 동반 변화하게 된다.

소나 돼지와 같은 가축의 발병 및 수정 등을 감지하기 위해 체온이나 기타의 변화를 즉시 측정하여 통보할 수 있다면, 관리자는 갑작스러운 상황을 쉽게 대처할 수가 있을 것이다.

또한, 이러한 센서기반의 시스템은 비단 축산분야 뿐 아니라, 원예 분야에서도 채소, 꽃 등의 수분(과습방지), 온도, CO2, PH농도를 제때에 알려주는 데에도 활용될 수가 있다.

2. 관련 기술 및 연구

농축산 무인 재배 및 관리 등의 바이오 산업에서의 센서 및 통신 기능을 갖는 일체형 센서 노드에 대한 요구가 급증하고 있다. 대표적인 응용분야로는 사료 자동 급이장치, 자동 급수장치, 자동 진공포장, 도난방지 및 침입탐지, 착유·집란의 자동화, 분뇨처리, 온도·습도·환기의 자동조절 등

이 있다.

이러한 응용 시스템을 구성하는 요소로는 크게 다양한 용도의 센서와 이 센서로부터 입력되는 정보를 수집·분석·제어하는 임베디드 시스템, 그리고 장기적으로 정보를 축적하고 분석하는 서버가 있다

한편, 이러한 구성요소 중 미들웨어는 다양한 응용의 공통적인 모듈이 되는 동시에 시스템의 중추적인 역할을 수행하기 때문에, 많은 연구는 미들웨어의 설계를 연구의 주제로 다루고 있다. 이러한 연구들은 주로 소프트웨어 아키텍처의 설계를 다양한 관점에서 논의하고 있다. 예를 들어, 데이터 중심 아키텍처, 이벤트 중심 아키텍처, 모바일 에이전트 기반 아키텍처, 자원보호 기반 아키텍처, QoS 지원 아키텍처 등이 있다[2-8].

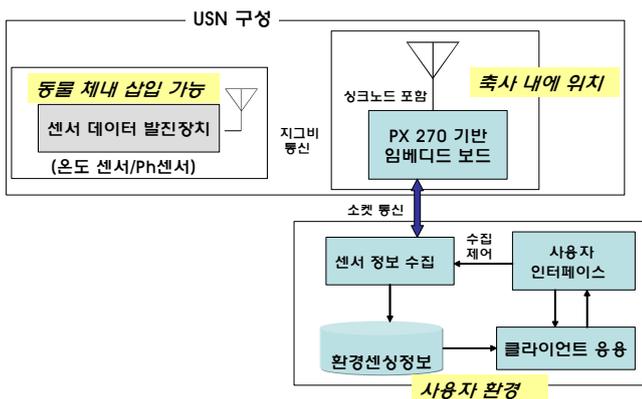
한편, 센서 노드들 즉, 주센서 노드와 멤버 노드간의 정보교환을 위해 출판-구독 모델을 적용한 연구도 있다[1].

본 논문은 출판-구독 모델을 이용하여 미들웨어를 설계한 사례를 제시하는 연구라고 할 수 있다.

3. 시스템 요구사항 분석

3.1 시스템 환경

그림 1은 시스템의 전체적인 구성도를 보여 준다. 시스템은 크게 동물의 체내 환경, 축사내 환경, 그리고 사용자 환경의 3가지 부분으로 구성되어 있다.



[그림 1] 시스템의 구성

이러한 시스템 구축에 요구되는 제약조건을 살펴보면 다음과 같다.

- 동물 체내에 삽입되어질 센서노드는 소형으로 방수 및 동물의 체내에 무해한 재질로 형상을 구성

하도록 한다.

- 축사에는 PXA 270 기반의 임베디드 보드를 활용한 중계시스템을 구축한다. 또한 축사 모니터링이 가능하도록 USB, RS232 외부 인터페이스 및 TCP/IP 통신기능을 제공하도록 한다.
- 사용자 환경은 PC 서버를 활용하여 운용하도록 하며, 사용자가 환경 모니터링의 설정을 쉽게 할 수 있도록 개발한다. 이 서버는 여러개의 축사에 위치한 임베디드 시스템의 자료 획득이 가능하도록 구성한다.

3.2 요구사항

시스템의 구성요소별 중요한 요구사항은 다음과 같다.

1) 기능적 요구사항

(노드)

- 1.1 각 노드는 센싱되는 정보를 베이스노드로 전송한다. (노드번호, ph, 온도 등)
- 1.2 베이스노드는 임베디드 보드로부터 받은 요청을 각 노드에게 전송한다.
- 1.3 베이스노드는 각 노드의 정보를 임베디드 보드로 전송한다.
- 1.4 각 노드는 베이스노드의 요청을 처리한다. (센싱주기, 온도/ph 한계값 등)

(임베디드보드)

- 2.1 임베디드 보드는 베이스 노드로부터 주기적으로 센싱정보를 수집한다.(ph, 온도, 이상유무)
- 2.2 베이스노드로부터 수집된 정보를 가공하여 서버로 전송하며 파일로 저장한다.
- 2.3 노드에 이상이 있을 경우는 이를 서버에 통지한다.
- 2.4 서버의 요청사항을 받아 베이스노드로 전달한다.
- 2.5 임베디드보드는 수집되는 센싱정보를 화면에 출력한다. (예 : LCD, LED 등)

(서버)

- 3.1 임베디드 보드로부터 센싱정보를 수집한다. (노드번호, ph, 온도, 이상유무)
- 3.2 수신된 센싱정보를 DB에 저장한다. (예 - 노드번호, ph, 온도, 날짜, 시간 등)
- 3.3 노드의 환경설정이 가능해야 한다. (센싱주기, ph/온도 한계값, 노드 추가/삭제)
- 3.4 수집된 센싱정보를 화면에 출력한다.
- 3.5 노드에 이상이 있을 경우는 이를 사용자에게

통지한다.

3.3 시스템 개발환경

본 연구에서 다루는 USN 기반의 응용 시스템은 센서 노드와 임베디드 시스템, 그리고 서버 응용의 3가지 모듈로 구성된다. 이 시스템의 개발을 위한 개발환경을 간략하게 소개하면 다음과 같다.

- 통신 : TCP/IP 통신, 시리얼 통신, Zigbee 통신
- 센서 : TinyOS 2.0, nesC
- Embedded Board : PXA255, Embedded Linux Kernel 2.4, GNU C++
- PC 서버 : WindowsXP, 자바 JDK1.5
- DBMS : MySQL 5.0

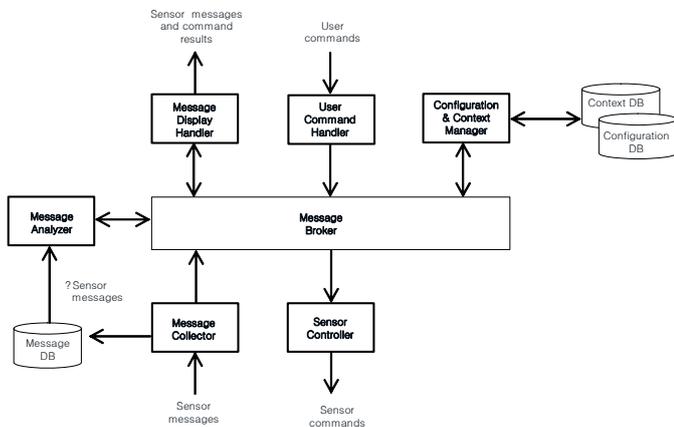
4. 임베디드 미들웨어의 설계

4.1 미들웨어의 주요기능

농축산 USN 기반 농축산 임베디드 미들웨어의 기본적인 기능은 다음과 같다.

- USN 응용에서 요구되는 다양한 형태의 질의를 분석하고 처리함
- 센서 네트워크로부터 끊임없이 전달되는 정보를 감지함
- 센싱정보의 획득, 추출, 가공 및 저장 기능을 제공함
- 감지 데이터의 분석(데이터마이닝)을 통한 상황 정보의 생성 및 관리
- 센서 네트워크의 메타정보 관리 및 실시간 상태의 관리

4.2 미들웨어의 구조



[그림 2] 미들웨어의 구조

미들웨어 시스템은 일종의 메시지 중재자 역할을 담당하는 브로커를 통하여 기능블록을 연결하는 구조를 가지고 있다. 이 구조의 운영방법은 출판자-구독자 패턴을 기반으로 운영된다. 즉, 각 센서노드로부터 입력되는 정보는 이 메시지 브로커를 통하여 출판되는 데, 이 출판은 사전에 브로커에게 관심이 있는 메시지 ID를 등록한 구독자에게만 해당 메시지를 전달하게 된다.

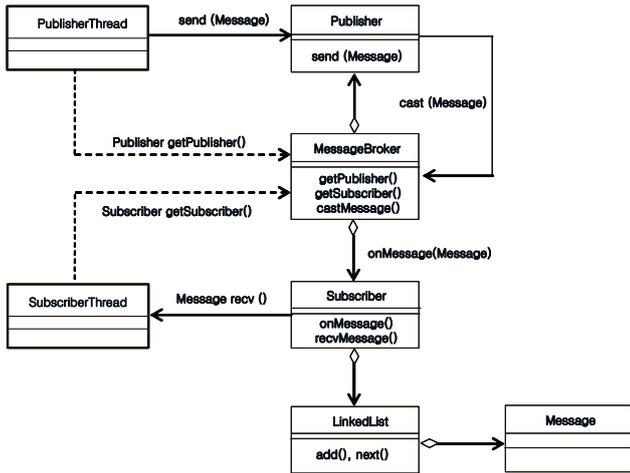
이 브로커를 통해 연결되는 모듈에는 다음과 같은 것들이 있다.

- Message Collector & Distributer : 센서노드로부터 메시지를 수집하여 관련 모듈에게 전달한다.
- Message DB Manager : 메시지의 유형과 시간에 따라 메시지를 저장한다.
- Message Display Handler : 실시간 감지 메시지나 명령처리결과, 통계 등을 출력한다.
- Message Analyzer : 센서의 운영통계를 생성하거나 사용자의 요청정보를 검색하여 출력한다.
- Configuration & Context Handler : 센서노드의 구성과 실시간 상태를 관리한다.
- User Command Handler : 사용자의 명령을 입력하여 해당 모듈에게 전달한다.
- Sensor Controller : 사용자의 명령에 기반하여 센서를 제어한다.

4.3 클래스 다이어그램

출판자-구독자 모델을 구현하는 클래스 다이어그램은 그림 3에 표현되어 있다. 이 구조는 MessageBroker 클래스를 공유하는 PublisherThread와 SubscriberThread로 구성된다. 이 두 개의 쓰레드는 브로커를 통해 센서 메시지나 사용자 메시지 등 다양한 메시지를 교환하는 모든 모듈을 대표한다. 이 쓰레드는 Publisher와 Subscriber 객체를 통해 메시지를 전달하고 수신하는 데, 이 객체는 메시지의 교환에 앞서 MessageBroker에게 요청을 하면 MessageBroker가 이 객체들을 생성하여 반환시켜 준다.

Publisher 객체에게 요청된 출판 메시지는 MessageBroker를 경유하여 해당 Subscriber의 onMessage()를 통해 전달된다.



[그림 3] 미들웨어의 클래스 다이어그램

5. 결론

최근의 중요한 소프트웨어 설계원칙 중의 하나는 성능과 모듈화의 두 가지 품질에서 선택이 필요하다면 모듈화를 택한다는 것이다. 이것은 소프트웨어의 설계에서 유지보수에 대한 고려가 얼마나 중요한가를 보여 주는 것이며, 또한 소프트웨어의 성능은 하드웨어나 O/S 의 발전으로 급속히 개선되고 있다는 것을 의미한다.

이 논문에서는 메시지 브로커를 통해 센서 및 기타 다양한 메시지를 송수신하고자 하는 모듈들을 연결하는 구조를 소개하고 있다. 이 구조로 각 모듈들은 서로 낮은 결합도를 갖고 있기 때문에, 추가나 삭제가 용이하며, 특히 시스템의 운영 중에도 모듈의 변화는 용인될 수가 있다.

이러한 모듈화는 목표 시스템이 축산 뿐 아니라 원예나 기타 환경 등의 분야에 폭넓게 사용될 수 있다는 점을 고려할 때 매우 중요한 시스템의 요구사항이 된다고 할 수 있겠다.

참고문헌

[1] Eduardo Souto, et. al., A Message-Oriented Middleware for Sensor Networks, 2nd Intl' Workshop on Middleware for Pervasive and Ad-Hoc Computing, Oct. 2004.
 [2] Kamin Whitehouse, Corp Sharp, David Culler, and Eric Brewer, Hood: A Neighborhood Abstraction for Sensor Networks, MobiSys, June 2004.

[3] S. Kung, Pattern Oriented Software Design Approach for USN Middleware, The International Conference of Ubiquitous Information Technology, 2007.
 [4] Shuoqi Li, Sang H. Som, John A. Stankovic, Event Detection Services Using Data Service Middleware in Distributed Sensor Networks, Information Processing in Sensor Networks, Apr. 2003.
 [5] S. Madden, M.J. Franklin, and J.M. Hellerstein, The Design of an Acquisitional Query Processor for Sensor Networks, ACM Sensys, 2003.
 [6] S.R. Madden, M.J. Franklin, and J.M. Hellerstein, TinyDB: An Acquisitional Query Processing System for Sensor Networks, ACM TODS, Vol. 31, No.1, 2005.
 [7] T. Liu and M. Martonosi, Impala: A Middleware System for Managing Autonomic, Parallel Sensor Systems, Proc. of ACM SIGPLAN Symposium, Principles and Practice of Parallel Programming, 2003.
 [8] W. Heinzelman, A. Murphy, H. Carvalho and M. Perillo, Middleware to Support Sensor Network Applications, IEEE Network Magazine Special Issue, Jan. 2004.