u-Farm 서비스를 위한 미들웨어의 모니터링 및 제어 시스템 설계

주휘동* · 강현중** · 이명훈*** · 여현‡

Design of the Monitoring and Controlling System on Middleware for u-Farm Service

Hui-Dong Ju* · Hyun-Joong Kang** · Meong-Hun Lee*** · Hyun Yoe‡

이 논문은 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음.
(IITA-2008-(C1090-0801-0047))

요 약

본 논문에서 제안된 미들웨어는 상황인지와 이벤트 중심적인 구조에 초점을 맞춰 돈사와 같은 농업 서비스를 위한 모니터링 및 제어 시스템이다. u-Farm 미들웨어는 센서 필드로부터 얻어진 상황정보를 모니터링 하고 처리함으로써, 농업 애플리케이션 서비스로부터의 다양한 쿼리에 대하여 즉각적인 응답을 제공한다.

이러한 시스템은 제어장치로 하여금 최적의 유비쿼터스 농업 환경을 제공할 수 있도록 적합한 액션을 취하게 한다.

ABSTRACT

The monitoring and controlling systems on middleware for agriculture service instead of pigpen is focused on context-awareness and event-centric structure in this paper. By processing and monitoring context information which obtained from a sensor field, the u-Farm middleware is to promptly provide the response for various queries from agriculture's application service. It allows a device to provide optimal ubiquitous farm environment.

키워드

u-Farm, middleware, context-awareness, agriculture

Ⅰ. 서론

최근 군사, 가정, 교통, 의학, 과학 및 농업 등 여러 분야에서 유비쿼타스 센서 네트워크 (USN)가 구현되고 있다[1][2].

이러한 USN을 성공적으로 구축하기 위해서는 센서 노드, 센서 네트워크, 미들웨어 그리고 USN 응용 서비스 등의 USN 핵심기술 개발이 반드시 필요하게 된다.

* 순천대학교 정보통신공학과 박사과정
** 순천대학교 정보통신공학과 석사과정
*** 순천대학교 정보통신공학과 박사과정
‡ 순천대학교 정보통신공학부 교수(교신저자)

접수일자 2008. 03. 24

그중에서, USN 미들웨어는 USN 응용 서비스 시스템과 센서 네트워크를 구성하고 있는 센서 노드의 중간 부분에 위치하여, 응용 서비스와 센서 노드의 유연한 통합을 지원하는 기술로써, 최근 여러 분야에서 연구되고 있다[3].

이처럼 다양한 응용 서비스와 관련된 많은 USN 미들웨어가 있지만, 농업 응용 서비스에 초점을 맞춘 미들웨어의 활발한 연구가 미비한 상태이다[4].

따라서 본 논문에서는 u-Farm 서비스를 위한 농업 분야의 응용 서비스 시스템에 상응하는 최상의 서비스를 제공할 수 있는 USN 미들웨어를 제안 한다.

u-Farm 미들웨어는 센서로부터 얻어지는 환경 정보를 수집하여 모니터링한다. 또한 이벤트가 발생 하였을 경우 해당 상황정보[5]를 처리 및 종합하여 각종 제어장치를 제어하도록 함으로써, 농업 응용 서비스 시스템에 최적의 서비스를 제공할 수 있도록 설계되었다. 이를 위해 센서의 상태에 따른 동작과 배터리 가용 시간을 크게 늘릴 수 있는 장점을 가진 스마트 센서 네트워크 제어장치로 제어 네트워크를 구성하고 주변 환경의 여러 요소들을 모니터링 함으로써 자동제어를 수행하도록 하였다[6]. 또한 XML로 작성되어, 손쉽게 상황 인지 서비스를 지원하는 농업 응용 서비스 시스템의 개발 및 적용이 가능하다[7].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구와 미들웨어의 요구사항에 대하여 설명을 하고, 3장에서는 u-Farm 서비스를 위한 미들웨어의 구조와 그에 해당하는 모듈들의 기능에 대하여 기술한다. 미들웨어를 구성하는 모듈의 상호 운영과 예제 시나리오를 4장에서 서술하고, 5장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

Ⅱ. 관 련 연 구

다양한 분야의 USN 응용 서비스를 제공하는 시스템의 개발은 USN 미들웨어 발전에도 큰 영향을 끼치고 있다[8][9][10][11][12]. 그리고 현재까지 다양한 형태의 USN 미들웨어가 소개되고 있다[13].

이벤트 중심의 u-Farm 미들웨어와 관련한 USN 미들웨어 그리고 타 분야에서 적용되고 있는 미들웨어는 다음과 같다.

2.1 이벤트 중심 미들웨어

이벤트 중심 미들웨어로써 DSWare[14]는 일정한 패턴으로 정의되는 복합된 이벤트를 기반으로 프로그래밍을 제공함으로써 데이터 서비스 기능을 수행하는데, 이벤트 보고에 대한 데드라인과 확실한 이벤트에 대한 구간 등의 정의처럼 실시간 적인 부분을 제공하는 특징을 지닌다. 하지만 센서 노드의 하드웨어적인 이질성에 대하여는 취약한 편이다[15].

2.2 타 분야에서의 미들웨어 적용 응용 서비스

ETRI에서 개발 중인 COSMOS는 시스템의 확장성 및 독립성을 고려하여 센서 네트워크의 추상화, 지능화, 서비스 플랫폼 단계로 나누어 연구가 진행되고 있다. 또한 개발된 USN 미들웨어 컴포넌트들이 USN 응용 서비스에 효율적으로 적용될 수 있는지 검증하기 위한 공공안전 관리, 상하수도 원격 관리, 해양환경 감시 등의 응용 서비스 시스템을 개발하였고, 응용 서비스의 성공적인 수행을 실시하였다[3].

논문[16]은 홈서비스를 위한 상황인식기반 지능형 미들웨어로써, 실시간으로 변하는 상황정보에 따라 추론하여 사용자에게 최적의 서비스를 제공하는 시스템이다.

이는 사실과 규칙을 이용함으로써 사용자를 위한 서비스를 쉽게 모델링할 수 있으며, 다양한 응용으로 쉽게 확장이 가능한 특징을 지닌다.

2.3 농업 분야에서의 USN 미들웨어 설계

농업분야의 응용으로는 USN 기반의 버섯재배시스템[4]을 들 수 있는데, 여기서는 버섯재배의 자동화에 필요한 분산 환경에서의 USN 기반의 하드웨어와 소프트웨어의 설계를 다루고 있다. 미들웨어에서 소프트웨어 구성요소의 식별과 역할을 정의한다. 이는 구성요소 간, 상호작용 및 효율적인 통신과 각각의 모듈의 독립성을 위해 아키텍처 패턴들을 정리하고 있다.

본 연구에서 설계되는 USN 미들웨어는 농업 응용 서비스와 센서 노드의 중간 부분에 위치하여, 스마트 센서 간의 표준 인터페이스에 맞춰 센서 노드간의 이질성을 극복하고 이들 간의 유연한 통합을 지원하도록 한다.

Ⅲ. u-Farm 서비스를 위한 미들웨어

이번 장에서는 u-Farm에서의 돈사 환경에 따른 요구사항을 나열한다. 그리고 이러한 요구사항에 따른 미들웨어 시스템을 설계한다.

3.1 u-Farm 미들웨어를 위한 요구사항

돈사에서 u-Farm 서비스를 효율적으로 지원하기 위해서는, 시스템 환경적인 측면과 USN 미들웨어의 설치 위치 등이 고려되어야 한다.

시스템 환경 측면에서, 돼지는 사육환경의 변화와 부자유스러운 환경에서 스트레스를 받게 되면 여러 가지 문제가 발생하게 된다. 따라서 이상 징후가 발생하는 즉시 조치를 취할 수 있도록, 다음과 같은 시스템 환경이 요구된다.

- 돼지의 체중을 실시간으로 측정할 수 있도록, 돈사 바닥에 로드쉘을 설치
- 각각의 돈방에 온도, 조도, 습도, CO2 등의 환경정보를 센싱 할 수 있는 센서의 설치
- 스마트 센서와 같은 제어장치는 전력 공급이 원활하고 사용자 표준 인터페이스를 통한 XML 코드 처리가 가능
- 최적의 환경을 제공하기 위한 온풍기, 환풍기 및 환풍 시설, 적수기 등의 제어 시스템 설치
- 센싱정보를 통해 이벤트 발생 시, 적절한 제어 시스템 가동으로 최적 환경 제공

u-Farm 미들웨어는 서버 시스템에 위치하는 Server-side 미들웨어[17]로써 그에 따른 요구사항들은 USN 응용 서비스 관리, 서비스의 다중 질의 처리, 센싱정보 및 메타정보 관리, 센싱정보에 대한 상황정보 생성, 응용 계층에서 요구하는 지능형 이벤트 처리 등이 있다.

이들 중, 돈사에서의 이벤트 중심 설계와 적절한 서비스를 제공하기위한 상황정보 생성 및 처리에 대한 간략한 요구사항은 다음과 같다.

- 이벤트 중심적인 구조: 센서 네트워크에서 각각의 센싱 값들이 읽혀질 때, 특정 임계값에 도달하게 되면 해당 이벤트가 발생하게 되고, 미리 등록된 이벤트에 대하여 데이터를 처리하도록 한다.
- 상황정보 생성 및 관리: 수집된 센싱정보들 참조하여 이전 데이터베이스의 정보들과 비교 분석하고, 예측 및 추론을 통하여 상황정보를 생성한다. 그리고 일정한 규칙에 의해 처리 할 수 있도록 한다. 예를 들어, 돈사에서의 온도, 습도, 무게 등의 다양한 센싱 정보를 획득하고, 이러한 정보들을 통합하고 분석하여, 사용자가 미리 정의한 규칙에 의해 적절한 의사결정을 할 수 있도록 한다.

이러한 요구사항들을 토대로 설계된 미들웨어는, 돈사에서의 여러 센싱정보를 습득하여 데이터베이스화하고, 특정 이벤트가 발생하면, 이벤트에 대한 적절한 서비스를 수행하기 위해, 정의 된 상황 정보에 대하여 최종적으로 제어장치가 액션을 취할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

3.2 아키텍처

본 시스템을 구성하는 각 모듈은 다음과 같다.

- 센서 네트워크 관리자 (Sensor Network Manager, SNM): SNM은 노드 및 제어장치와의 통신을 담당하며, 다양한 센서 및 제어장치가 설치된 센서 네트워크로부터 센싱된 다양한 정보를 제공받고 센서 네트워크를 관리한다.
- 컨텍스트 관리자 (Context Manager, CM): 센서 네트워크 관리자로부터 얻어진 여러 객체들의 정보를 참조하여, 추론 엔진을 통해 해당 이벤트에 대한 상황 및 주변 환경의 패턴을 추론한다.
- 제어장치 관리자 (Device Manager, DM): DM은 이벤트가 발생하게 되면 컨텍스트 관리자로부터 상황정보를 근거로 하여 제어신호를 발생시켜 제어 시스템이 적절한 액션을 취하도록 한다. 또는 응용 단에서 해당 액션에 관련한 조취를 취할 수도 있다.
- 네트워크 및 컨텍스트 저장장치: 처리된 정보 즉, 여러 행동 양식 및 액션이 수행되는 조건에 해당되는 여러 정보를 저장하여, 추후 이벤트 발생에 대하여 미리 예측 할 수 있게 정보를 저장한다.

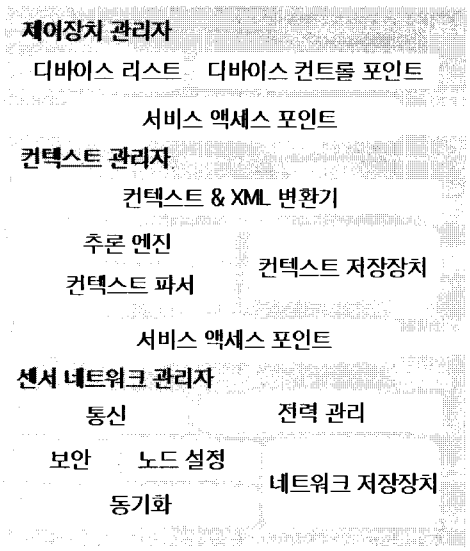


그림 1. u-Farm 미들웨어 프레임워크
Fig. 1 The u-Farm middleware framework

그림 1은 센서 필드로부터 각종 데이터와 제어를 지원하는 u-Farm 미들웨어의 구조를 보여준다.

3.3 센서 네트워크 관리자

센서 네트워크 관리자는 네트워크 저장장치를 생성하여, 통신, 전력관리, 보안, 노드 셋업, 동기화 서비스를 통해, 센서 네트워크로부터 센서 노드에 의해 센싱된 객체 및 제어장치의 정보를 수집한다.

- 통신 (Communication): 센서 네트워크의 게이트웨이 또는 싱크와의 통신을 담당한다.
- 전력관리 (Power Management): 각 노드의 전력관리를 위한 서비스로써, 라우팅과 관련한 프로토콜을 제공한다.
- 노드 설정 (Node Setup): 해당 노드의 이벤트 발생에 대한 임계값을 설정한다.
- 보안 (Security): 보안 및 인증에 관한 서비스를 제공한다.
- 동기화 (Synchronization): 센서 네트워크에 배치된 노드들의 클럭 동기화를 관장한다.

센서 네트워크 관리자는 센서 노드 및 제어장치의 위치, 환경 데이터, 아이디에 대하여 에이전트로부터 그와 관련된 데이터를 얻을 수 있다. 이러한 정보는 네트워크 저장장치에 저장되며, 컨텍스트 관리자를 통하여 실질적인 상황정보로 변환된다.

3.4 컨텍스트 관리자

컨텍스트 파서는 서비스 액세스 포인트를 통하여 센서 네트워크로부터 들어오는 객체의 정보들을 파싱한다. 이 과정에서 룰 기반의 추론엔진에 사용자가 미리 정의해놓은 컨텍스트와 표1과 같은 다양한 객체 정보 항목에서 추론엔진이 필요로 하지 않는 정보를 필터링 하여, 추론엔진에게 최적의 컨텍스트를 전송해 준다.

추론엔진이 필요로 하는 최적의 컨텍스트는, 추후 동일 이벤트 및 변형된 이벤트 발생 시 참조를 위해 컨텍스트 저장장치에 저장된다. 또한 정보 검색 시, 많은 양의 정보 저장으로 인해 검색에 대한 효율성이 떨어지므로 필터링 이후의 정보만을 저장한다.

컨버터는 해당 이벤트에 대한 최적의 컨텍스트의 내용을 XML 코드로 변환하여 제어장치 관리자에게 전송한다.

농업에서의 돈사를 예로 들어 보면, 객체 정보는 다음과 같다.

표 1. 돈사로부터 얻어진 객체 정보 항목
Table. 1 Items of the entity information which obtained from a pigpen

	이벤트	로 데이터	센서	제어장치
위치	돈방_1	돈방_1	1.1.0.1::1::1	1.1.0.1::2::1
ID	0x01	0x02 / 0x03 / 0x04	0x05	0x06 / 0x07 / 0x08
형태	경고	온도 / 습도 / 중량 등	All	환풍기 / 적수기 / 급이기 등
연월일	08.09.01.00	08.09.01.00	08.09.01.00	08.09.01.00
만료 날짜	08.09.02.01	08.09.02.01	08.09.02.00	08.09.02.01

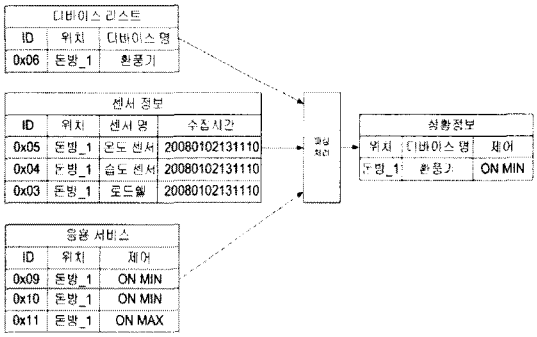
위치(Location)는 센서 및 제어장치의 위치와 데이터가 발생한 위치를 의미한다. 형태(Type)는 모든 객체의 기능 및 특징을 정의 하고 있으며, 연월일(Date)은 각각의 항목에 대하여 발생한 시점이고, ID 및 만료 날짜 등이 정의 되어 있다.

사용자는 돈사 내부의 특정 객체 즉, 특정한 온도, 습도, 무게 등이 해당 임계값에 도달 하였을 경우, 제어장치가 그에 따른 액션을 취할 수 있도록, 추론엔진을 위해 사용자가 컨텍스트를 미리 정의해 놓는다.

센서 네트워크 관리자 및 컨텍스트 관리자의 상호 동작은 다음과 같다.

센서 네트워크 관리자는 센서 네트워크의 싱크 및 게이트웨이에게 정보를 요구하고, 그에 대한 응답을 받는다. 일련의 사건들이 발생했을 때, 이벤트에 관련된 데이터를 얻을 것이고, 표1과 같이 객체 정보 항목을 생성한다. 컨텍스트 관리자는 컨텍스트 데이터 테이블을 생성하기 위해 객체 정보 테이블의 항목 중에서, 이벤트와 관련된 내용들을 파싱 처리를 한다. 이러한 과정에 의해 생성된 표2는 제어장치 관리자에 제공되는 디바이스의 위치, 이름, 세부 제어 동작에 대한 상황정보를 보여준다.

표 2. 파싱 처리 후, 컨텍스트 데이터 테이블
Table. 2 The context data table after the process of parsing



3.5 제어장치 관리자

제어장치 관리자는 디바이스 컨트롤 포인트와 디바이스 리스트로 구성된다. 디바이스 컨트롤 포인트는 응용 서비스에 대한 액션을 취하고, 디바이스 리스트는 최적 환경을 제공하는 제어장치의 종류를 나타낸다.

표2를 참조하면, 제어장치 관리자는 컨텍스트 저장장치에 저장되어 있는 컨텍스트 데이터 테이블을 통하여 이벤트가 발생하는 지역, 해당 지역에 대한 적절한 제어, 주소 및 제어장치의 종류 등에 대한 상황정보를 얻는다.

이러한 정보를 통해, 디바이스 컨트롤 포인트는 응용 서비스 측면에서의 상황인지 서비스를 요청하고, 제어장치 관리자는 디바이스 리스트 중에서 서비스 요청에 대한 적합한 제어장치를 인식하여 응용 서비스를 수행하도록 한다.

```
<Context Service>
<Ventilation ID = 0x06, Type = device>
<Value_Ventilation> 15°C ≤ Temperature ≤ 20°C </Value_Ventilation>
<Operation_Ventilation> On min </Operation_Ventilation>
<Entity Information> W ≤ 44kg </Entity Information>
<Location> Pigpen_1 </Location>
<Date> 08.09.01.00 </Date>
<Expiry Date> 08.09.02.01 </Expiry Date>
</Ventilation>

<Drip cooling ID = 0x07, Type = Device>
<Value_Drip cooling> 40% ≤ Humidity ≤ 60% </Drip cooling>
<Operation_Drip cooling> On min </Operation_Drip cooling>
<Entity Infromation> W ≤ 44kg </Entity Infromation>
<Location> Pigpen_1 </Location>
<Date> 08.09.01.00 </Date>
<Expiry Date> 08.09.02.01 </Expiry Date>
</Drip cooling>

<Feeding ID = 0x08, Type = Device>
<Value_Feeding> 21°C ≤ Temperature </Value_Feeding>
<Entity Information> W ≤ 44kg </Entity Information>
<Operation_Fan_1> Min </Operation_Fan_1>
<Location> Pigpen_1 </Location>
<Date> 08.09.01.00 </Date>
<Expiry Date> 08.09.02.01 </Expiry Date>
</Feeding>
</Context Service>
```

그림 2. XML 코드
Fig. 2 XML code

제어장치가 적절한 제어 서비스를 제공하기 위해 그림 2에서 보는 바와 같이, XML 변환기는 상황정보에 대하여 XML 코드로 변환한다.

제어장치에 전송되는 XML 코드는 제어장치가 적절한 환경에서, 디바이스 컨트롤 포인트를 통하여 액션을 수행하도록 한다.

제어장치는 XML 코드를 분석할 수 있는 수준의 메모리와 프로세서를 갖추고 있다. XML 코드는 컴퓨터 시스템이 쉽게 처리가 가능하고, 대부분의 사용자가 이해 할 수 있는 구조화된 문서를 지원하는 언어이다. 이는 디바이스 컨트롤 포인트가 이러한 XML을 사용함으로써 XML을 지원하는 스마트 센서의 인터페이스 사양을 제정하는 IEEE 1451의 스마트 센서 제어 장치에게 서비스를 요청할 수 있다[18].

또한 제어장치들은 인터넷 기반의 유선 또는 액세스 포인트를 통한 무선 환경에서, 사용자가 웹 및 무선 단말기를 통하여 언제 어디서든 원격으로 제어를 위한 요청을 위해 XML 코드를 사용한다.

Ⅳ. u-Farm 서비스를 위한 미들웨어 동작 시나리오

본 논문에서 설계된 미들웨어를 구성하고 있는 각 모듈의 운영동작에 대한 시나리오와, u-Farm 서비스를 위한 돈사 환경을 구현하는 시나리오는 다음과 같다.

4.1 동작 시나리오

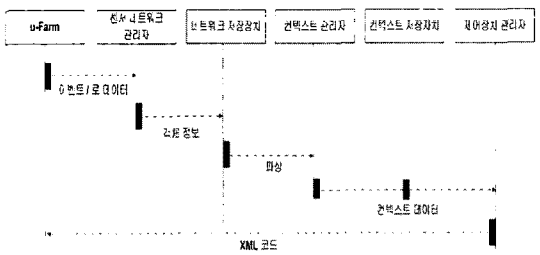


그림 3. 동작 과정 시나리오
Fig. 3 Scenario of operation process

센서 네트워크 관리자는 농업 필드에 배치된 센서 네트워크로부터 관련 정보를 수집한다. 즉, 객체 정보에 대한 내용들이 센서 네트워크 관리자에게 전달되고 네트워크 저장장치에 저장된다.

이벤트가 발생 할 경우, 컨텍스트 관리자는 컨텍스트 데이터 테이블과 같이 분류를 하고 상위 레벨에 컨텍스트 데이터 테이블을 전송한다.

제어장치 관리자는 컨텍스트 저장장치에 저장된 정보를 기초로 하여 해당 지역과 제어장치가 수행할 액션을 선택한다.

제어장치 관리자는 XML 코드를 제어장치에게 전송하고, 제어장치는 코드에 서술된 내용을 토대로 적절한 액션을 취하도록 한다.

4.2 u-Farm 미들웨어를 사용하는 시나리오의 예시

u-Farm 미들웨어가 돈사 서비스 구현에 이용되는 시나리오는 다음과 같다.

일반적인 u-Farm 필드는 일련의 제어장치와 센서로 구성된다 (온도, 습도, 조도, 수위, 무게, 가스 등).

그림 4를 참조하면, 돼지가 중간통로의 로드 쉘이 설치된 곳을 지나가게 되면 돼지의 중량이 감지된다. 측정된 값이 일정 임계값을 넘게 되면, 표2에서 설명된 컨텍스트 데이터 테이블을 참조하여, 초기 단계에서의 질병을 감지하기위해, 제어장치가 액션을 취할 수 있도록 한다. 그 다음단계로는 감염의 원인이 되지 않도록 질병으로부터 격리를 시킨다.

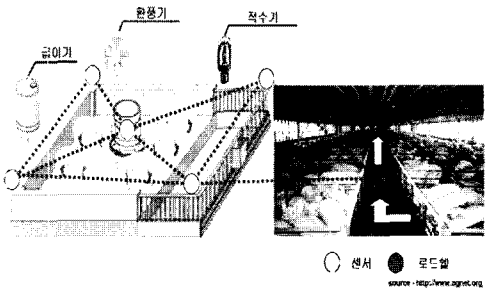


그림 4. 돈사에서의 u-Farm 서비스 예시
Fig. 4 Example u-Farm service usage scenario

여름철 분만사의 온도관리는 어미 돼지와 새끼 돼지가 갖는 온도에 관하여 생활환경이 상반된 조건을 갖는다[19]. 어미 돼지의 경우, 온도나 습도가 높게 되면, 적수시설(drip cooling)이 송풍기 및 환풍기와 함께 동시에 작동한다.

이러한 연속적인 수행은 미리 정의된 컨텍스트 데이터에 의해 연속적으로 액션을 취하게 된다.

위와 같은 자동화 방법은 농가의 조건을 고려하여, 농장에 관리 시스템을 제공하고 고열에 의한 스트레스 등 여러 원인에 의해 발생되는 질병으로부터 생물체들을 보호하는 최신 기술을 제공한다.

Ⅴ. 결 론

이번 연구에서, u-Farm 서비스를 위한 미들웨어는 상황인지와 이벤트 중심적인 구조에 초점을 맞춰 돈사와 같은 농업 서비스를 위한 모니터링 및 제어 시스템에 적합하게 설계되었다. 이와 같이 설계된 미들웨어를 통하여, 무선 센서 네트워크로부터 얻어지는 환경 정보를 수집하여 모니터링 할 수 있다. 특정 사건이 발생 하였을 경우, 상황인지 서비스를 요청하고 해당 상황정보를 처리함으로써 디바이스 리스트로부터 각종 제어장치의 응용 서비스를 제공하게 된다. 이는 다양한 이벤트 처리를 위해 상황인지를 고려하여 서비스 요청으로부터 제

어장치 관리자가 지속적인 액션을 취할 수 있도록 하며, 농업지역에 최적의 서비스를 제공할 수 있도록 있도록 설계되었다.

따라서 돈사와 같은 농업환경에서, 해당 애플리케이션에 상응하는 서비스를 제공함으로써, 최적의 농업 환경을 제공할 수 있도록 한다.

이러한 USN 미들웨어를 통해 돈사의 안정성과 신뢰성을 확보하고, 환경요인과 제어장치 및 돼지의 생육 상태를 데이터베이스화하여, 돈사운용의 제어전략을 위한 정보를 제공해 줄 것으로 기대된다. 이것은 u-Farm 서비스를 위한 다른 가축의 생장 조건에도 최적의 환경을 제공해줄 수 있을 것이며, USN 기반의 타 응용 분야로의 확대가 가능할 것이다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행된 것으로, 관계부처에 감사 드립니다.(IITA-2008-(C1090-0801-0047))

참고문헌

[1] A. Willing. "Wireless sensor networks: concepts, challenges and approaches", e & I Elektrotechnik and Informationstechnik Springer Wien Volume 123, Number 6, page 224~231, June 2006.

[2] 정보통신부, u-센서 네트워크 구축 기본계획, 2004.

[3] 김민수, 이용준, 박종현 "USN 미들웨어 기술개발 동향", IITA, 전자통신동향분석, 제22권 제3호, 2007년 06월.

[4] 궁상환, "USN 기반의 버섯재배시스템 설계", 한국정보기술학회, 한국정보기술학회논문지 제5권 제3호, 2007. 9, pp. 34~41.

[5] A, K. Dey. G. D. Abowd. "Toward a better understanding of context and context-awareness", GVU Technical Report GIT-GVU-99-22, College of Computing, Georgia Institute of Technology

[6] 이대성, "마이크로 스마트 센서의 기술개요", 산업용 센서의 기술동향과 다양한 활용, 2006. 10, pp. 8~15.

[7] Dayashankar Dubey, "Smart sensors", M.Tech.credit seminar report, Electronic Systems Group, EE Dept, IIT Bombay,submitted November 2002.

[8] A. Mainwaring, J. Polastre, R. Szewczyk, and D. Culler, "Wireless Sensor Networks for Habitat Monitoring,"ACM, Sensor Networks and Applications, Sep. 2002, pp.88~97.

[9] A. Baptista, T. Leen, Y. Zhang, A. Chawla, D. Maier, W. Feng, W. Feng, J. Walpole, C. Silva, and J. Freire, "Environmental Observation and Forecasting Systems: Vision, Challenges and Successes of a Prototype," Encyclopedia of Physical Science and Technology (R.A. Meyers, Ed.), Academic Press, Third Edition, Vol.5, pp.565~581.

[10] N. Xu et al., "A Wireless Sensor Network for Structural Monitoring," ACM Sensys, Nov. 2004, pp.13~24.

[11] Aleksandar Milenković, Chris Otto, and Emil Jovanov,"Wireless Sensor Networks for Personal Health Monitoring: Issues and an Implementation," ELSEVIER, Computer Communications, In Press, Corrected Proof, Available online 6 Mar. 2006.

[12] 김민수, 이은규, 장병태, "USN 기반 차세대 텔레매틱스 서비스 연구 동향," IITA, 주간기술동향, 통권 1207호, 2005. 8.

[13] 김영만, 한재일, "센서 미들웨어 기술"한국정보과학회, 정보과학회지 제25권 제12호, 2007. 12, pp. 35~48.

[14] S. Li, S. Son, and J. Stankovic, "Event Detection Services Using Data Service Middleware in Distributed Sensor Networks," Int'l Workshop on Information Processing in Sensor Networks (IPSN '03), Palo Alto, CA, Apr. 2003, pp. 678~686.

[15] 김민수, 김광준, 이용준,"USN 미들웨어 기술 개발 동향", IITA, 주간기술동향, 통권 1284호, 2007. 2.

[16] 노영식, 변영철, "상황인식기반 지능형 홈 서비스에 관한 연구", 한국해양정보통신학회논문지, Vol. 11, No. 4, April. 2007.

[17] 김영만 "센서 네트워크 미들웨어 구조 및 연구현

황", 한국정보과학회, 정보과학회지 제22권 제12호, 2004. 12, pp. 13~20.
[18] http://ieee1451.nist.gov/
[19] http://rda.go.kr/

저자소개

주휘동(Hui-Dong Ju)

2006년 순천대학교 정보통신공학과 (공학사)
2008년 순천대학교 정보통신공학과 (공학석사)
2008년~현재 순천대학교 정보통신공학과 박사과정
2005년~현재 순천대학교 u-농업 IT 응용 연구센터 연구원
※관심분야 : MAC · Routing 프로토콜, RFID/USN

강현중(Hyun-Joong Kang)

2005년 순천대학교 정보통신공학과 (공학사)
2007년 3월~현재 순천대학교 정보통신공학과 재학(석사과정)
2007년~현재 순천대학교 u-농업 IT 응용 연구센터 연구원
※관심분야 : USN, Sensor-Mac, Routing

이명훈(Meong-Hun Lee)

2004년 순천대학교 정보통신공학과 (공학사)
2006년 순천대학교 정보통신공학과 (공학석사)
2006년~현재 순천대학교 정보통신공학과 박사과정
2005년~현재 순천대학교 u-농업 IT 응용 연구센터 연구원
※관심분야 : MANET, RFID/USN, BcN

여 현(Hyun Yoe)

1984년 항공대학교 전자공학과 (공학사)
1987년 숭실대학교 전자공학과 (공학석사)
1992년 숭실대학교 전자공학 (공학박사)
1987년~1993년 한국통신 통신망 연구소
1993년~현재 순천대학교 정보통신공학과 교수
2005년~현재 순천대학교 u-농업 IT 응용 연구센터 (ITRC) 센터장
※관심분야 : 휴대인터넷, VoIP, Mobile IP, RFID/USN