

센서네트워크 환경 기반의 자동 분무기 제어시스템의 설계 및 구현

Design and Implementation the Control System of Automatic Spry Based on Sensor Network Environment

곽윤식*, 구분근*, 정승국**

Yoon-Sik Kwak*, Boon-Kun Goo* and Seung-Kook Cheong**

요 약

본 논문은 센서네트워크 기반으로 설계, 구현된 자동 분무기 시스템의 관리를 위한 제어 시스템의 설계에 관한 것이다. 실시간, 대량의 센싱 데이터의 수집 그리고 분석을 통하여 실시간의 맞춤형 응답처리를 수행할 수 있도록 이벤트 기반 서비스 처리 기술을 적용하였다. 센서 제어 시스템-온/습도 센서 입력 데이터, 수위 센서 입력 데이터, 수온 센서 입력 데이터-을 설계하였으며 입력된 센서 데이터의 분석을 통하여 실시간으로 출수 및 압축공기 토출을 제어하는 자동 분무기 제어 시스템을 설계하였다. 실험을 통하여 제안 시스템을 적용하는 경우, 온도는 33% 그리고 습도에 대해서는 37.3%의 개선 효과를 나타냄으로서 안정적인 온/습도 관리가 가능하게 되었다.

Abstract

In this paper, we design and implement a automatic control system of wireless sensor network based sprayer for hog barns. The proposed control system is driven by events from sensor nodes. It gathers various sensor readings such as temperature, humid, water level and water temperature, and controls the sprayer in real time by analyzing the sensor readings. Through experiments, we show that the proposed control system manages temperature and humidity steadily. Our proposed system enhances the existing system about 33% for temperature management and 37.3% for humidity management.

Key words : USN, Sensor node, Control system, Event driven system, Realtime system

I. 서 론

센서 네트워크 기술의 발전은 다양한 분야에서 활발한 연구가 진행되고 있다[1]-[3]. 특히 유비쿼터스 맞춤형의 서비스를 제공하기 위한 다양한 모델들이 연구되고 있다. U-환경의 경우, 실세계에서 발생하는

다양한 현상에 대해서 전기적인 신호로 변환하여 이를 정보화함으로서 다양한 분야에서 유용하게 활용할 수 있게 되었다[4][5].

본 논문에서는 맞춤형 서비스를 제공하기 위하여 반드시 요구되는 이벤트 기반 서비스 기술을 적용하여 센서 노드로부터 입력되는 3종류의 데이터에 대

* 충주대학교 컴퓨터공학과

** 한국전자통신연구원(ETRI)

· 제1저자 (First Author) : 곽윤식

· 투고일자 : 2010년 11월 19일

· 심사(수정)일자 : 2010년 11월 19일 (수정일자 : 2011년 2월 9일)

· 게재일자 : 2011년 2월 28일

한 수집 및 분석 과정을 수행하고 맞춤형 서비스를 제공하였다. 즉, 실세계에서 발생하는 다양한 이벤트 정보를 수집, 분석하여 이를 서비스와 연동시키게 된다. 이벤트는 실세계에서 발생하는 사건으로 이는 문제를 나타내는 신호가 될 수 있으며 문제에 대해서 독립적이거나 종속적이다. 이같은 이벤트를 통해서 수집되는 전기적 신호를 처리하는 이벤트 기반 서비스 기술은 이벤트에 대해서 단순 이벤트 처리(Simple Event Processing), 스트림 이벤트 처리(Stream Event Processing), 복합 이벤트 처리(Complex Event Processing)기술로 대별된다[3].

본 논문에서는 실시간, 대량의 센싱 데이터의 수집 그리고 분석을 통하여 실시간의 맞춤형 응답처리를 수행할 수 있도록 센서 제어 시스템-온/습도 센서 입력 데이터, 수위 센서 입력 데이터, 수온 센서 입력 데이터-을 설계하였으며 입력된 센서 데이터의 분석을 통하여 실시간으로 출수 및 압축 공기 토출을 제어하는 자동 분무기 제어 시스템을 설계하였다.

본 관리 시스템을 사용하여 현장시험 결과 얻어진 온도 및 습도 유지도를 실험적 자료를 제시함으로써 시스템 효용성을 검증하였다.

II. 본 론

본 논문에서 설계, 구현 한 자동 분무기 제어 시스템의 전체 구성도를 나타낸 것이 그림 1이다.

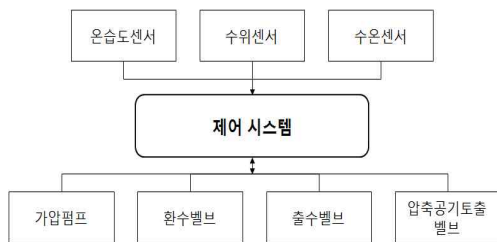


그림1. 제안 시스템에 대한 전체 구성도
Fig1. Block Diagram for the proposed system

시스템 구성은 제어 시스템을 중심으로 센서 입력부와 실시간 대응 처리가 수행되는 제어부로 구성 된다. 본 시스템의 기능은 센서 노드로부터 입력되는

센서 데이터의 수집 처리 둘째는 수집 정보의 분석을 통한 제어, 즉 이벤트에 대응한 서비스를 수행시킨다. 셋째는 일정한 온도 및 습도를 유지할 수 있도록 4개의 밸브를 제어하도록 설계되었다.

제안 시스템의 구성에서 센서 입력부는 3종류로 구성된다. 온도 및 습도의 정보를 수집하는 온/습도 센서 노드, 물의 수위 정보를 센싱하는 수위 센서 노드, 그리고 물의 온도를 센싱하는 온도 센서 노드로 구성된다. 또한 제어부는 가압 펌프, 환수 밸브, 출수 밸브, 압축공기 토출 밸브로 구성되었다. 이같은 제어부에서는 구성되는 제어 대상을 중심으로 이루어지는 이벤트 처리 과정을 중심으로 기술하였다.

2-1 센서부

자동 분무기 제어 시스템이 수행하는 시스템 제어 과정을 중심으로 서술한다.

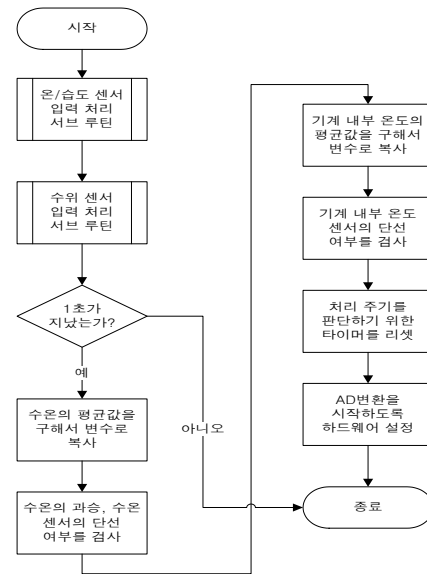


그림2. 자동 분무기 제어 시스템의 전체 흐름도
Fig2. Flow chart for the Control System of Automatic Spry

본 제안 시스템의 맞춤형 서비스 제공을 위한 전체 흐름도를 나타낸 것이 그림 2이다. 이것의 주요 구성은 온/습도 입력 처리부, 수위 센서 입력 처리부, 수온 센서 입력 처리부, 기계 내부 센서 입력 처리부로 구성된다[6][7].

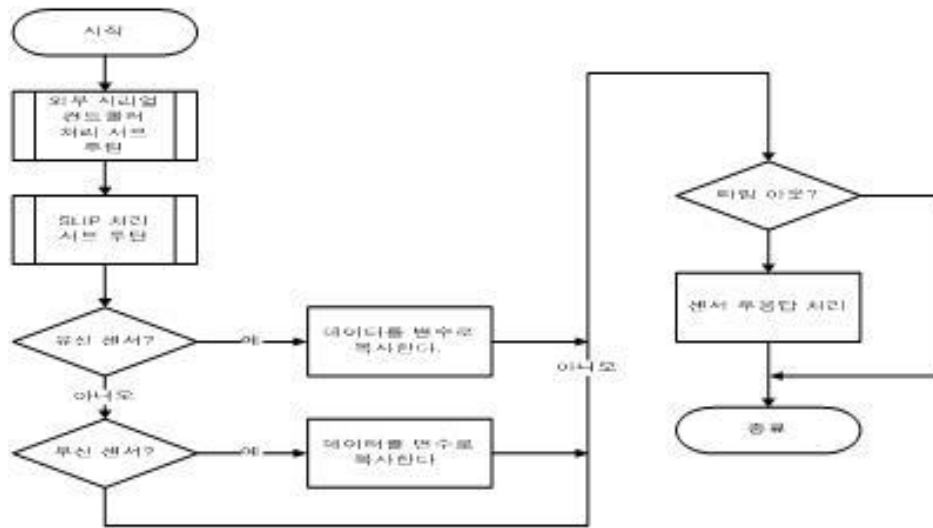


그림3. 센서 입력 데이터 처리 : 온습도
Fig3. Flow chart for sensor Input Routine : Th & Hu

또한 각각의 센서 노드에 대한 제어 루틴은 그림 3~4에 세부적으로 나타내었다.

■ 센서 입력 데이터 처리 : 온습도

온/습도 센서 노드는 유무선을 선택적으로 사용 가능하도록 설계 되었으며 직렬통신(Serial Communication) 및 SLIP(Serial Line Internet Protocol) 를 기반으로 통신이 수행되도록 설계 되었다. 외부 시리얼 컨트롤러 처리 루틴에서는 온/습도 센서의 패킷을 검사하고 입력 주기를 넘기는 센서가 있는지 확인하는 기능을 수행한다. 또한 SLIP처리 서브 루틴에서는 입력된 패킷이 SLIP에 맞는지 검사한다. 유무선 센서 노드의 식별을 위해서는 데이터 헤더의 ID에 의해 무선, 유선 센서에 해당하는 데이터 처리 루틴으로 분기한다.

타임 아웃 타이머를 이용해서 온/습도 센서의 무 응답을 감시하고 만약 타임 아웃이 발생했다면 에러 처리를 위해 관련 변수를 조작한다. 이를 나타낸 것이 그림 3이다.

■ 센서 입력 데이터 처리 : 수위

수위 센서 노드의 경우, 기계 내부에 설치된 급수 저장 장치 내부의 수위 데이터와 관련해서 급수 시에 출력되는 물에 의해 오동작하지 않도록 정해진 시간 동안 수위를 유지해야 수위가 변경된 것으로

인정하도록 하는 기능을 수행한다. 이를 나타낸 것이 그림 4이다.

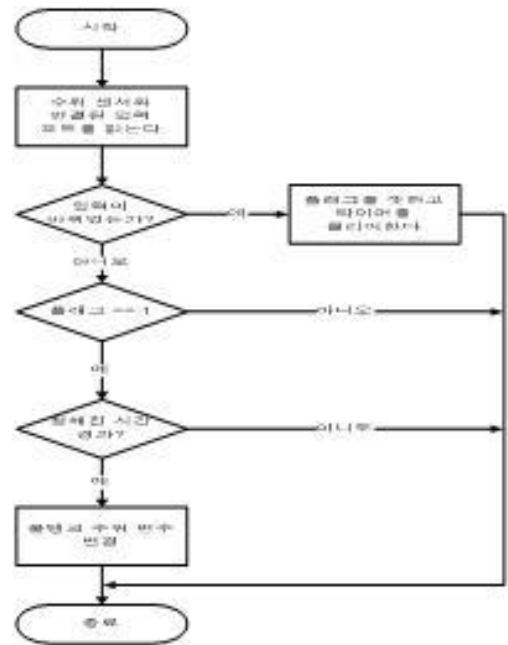


그림4. 센서 입력 데이터 처리 : 수위
Fig4. Flow chart for sensor Input Routine : Level of Water

2-2 제어부

제어부의 구성 요소는 가압 펌프, 환수 밸브, 4개의 출수 밸브, 4개의 압축 공기 토출 밸브로 이루어진다.

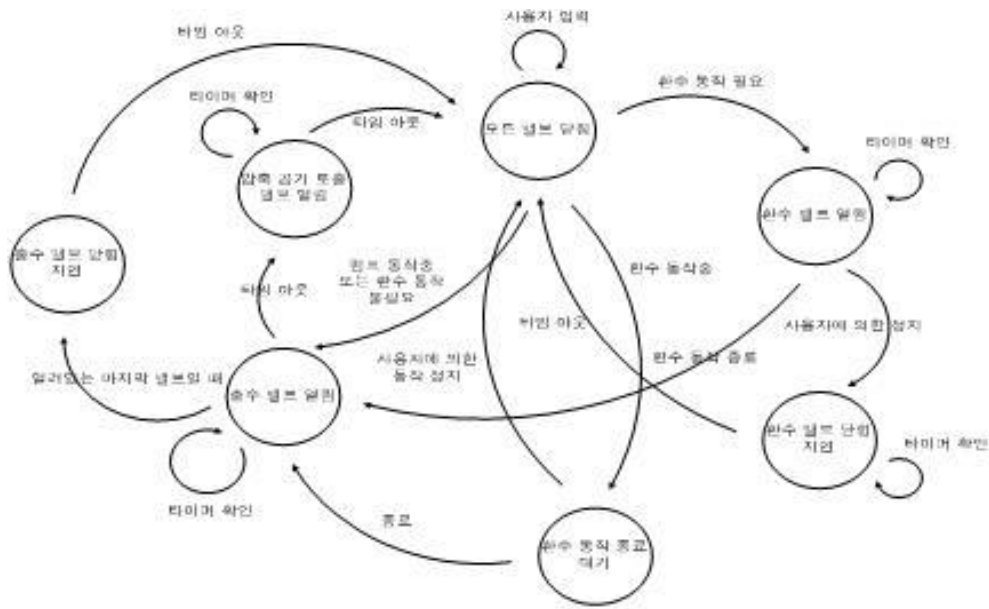


그림5. 제어 이벤트 처리 상태도
Fig5. State Diagram for Control and Event Processing

■ 출수 및 압축 공기 토출 밸브 제어

환수 밸브는 동절기에 가압 펌프 내의 차가워진 물이 축사로 가지 않도록 가습 직전에 가압 펌프 내의 물을 물 탱크로 환수하는 역할을 한다. 환수 밸브 제어 루틴은 분리되어 존재하지 않으며 독립적으로 동작하는 4개의 출수 밸브 중에서 가압 펌프 내의 물이 차가워지고 나서(일정 시간 가압 펌프가 동작하지 않았을 때)가장 처음 동작하는 밸브 제어 루틴이 환수 밸브의 제어권을 가지도록 설계하였다.

■ 기계 내부 히터제어

기계 내부 히터가 사용자가 입력한 동작 온도, 정지 온도에 따라 동작하도록 제어한다. 기계 내부 온도 센서에 이상이 발생하면 기계 내부 히터를 끈다.

■ 물탱크 히터 제어 루틴

물탱크의 물이 사용자가 입력한 수온을 유지하도록 물탱크 히터를 제어한다. 물탱크의 수위가 물탱크 내에 설치된 히터 아래로 내려가면 히터를 끈다.

물탱크 수온 센서나 수위 센서의 이상이 발생하면 히터를 끈다.

■ 급수 밸브 제어 루틴

자동 급수 모드일 때 수위가 중수위 아래로 떨어지면 고수위에 도달할 때까지 급수밸브를 연다. 물탱크 수위 센서에 이상이 발생하면 급수를 정지한다.

III. 실험 및 고찰

본 자동 분무기 제어 시스템의 구현 및 실험은 PC에서 IAR 컴파일러를 사용하였으며 그림 6에 구현된 전체 시스템 보드와 제어 패널을 보여주고 있다.

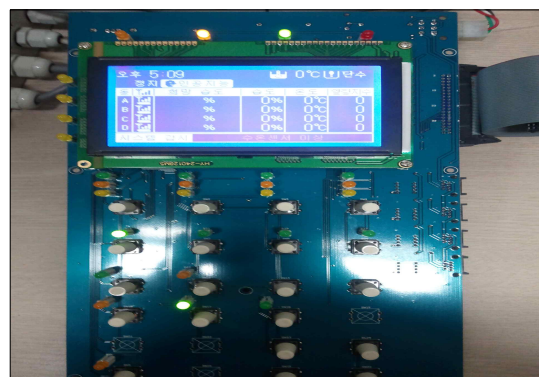




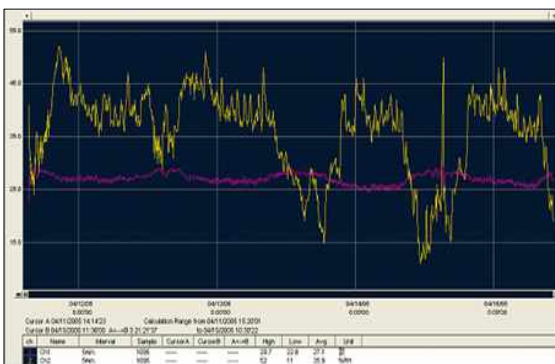
그림6. 구현한 전체 시스템보드 및 제어패널
Fig6. Implemented System Board & Control Pannel

본 시스템을 설치하여 관리하는 경우(c)와 설치하지 않은 경우(a)(b)로 나누어 실험 데이터를 획득하였다. 이를 통하여 획득한 온도/습도 데이터를 나타낸 것이 그림 7이다. 여기서 노란색의 데이터가 습도를 나타내며 아래의 적색으로 나타낸 데이터가 온도 자료이다.

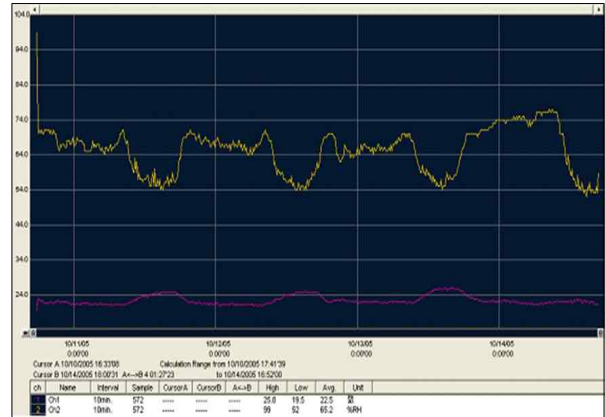
(a)(b)의 경우, 습도 및 온도 편차는 각각 33%, 10°C 그리고 41%, 5°C를 얻었으며 (c)의 경우, 습도 및 온도 편차는 각각 23.2%, 5°C를 얻었다.



(a) 미설치 경우(1)



(b) 미설치 경우(2)



(c) 설치한 경우

그림7. 실험 결과
Fig7. Result of Exam.

IV. 결 론

본 논문에서는 센서네트워크 환경으로 구성된 센서 노드-온/습도 센서 노드, 수위 센서 노드, 수온센서 노드를 통해서 입력되는 실시간 데이터의 수집과 데이터 분석 과정을 통해서 밸브를 제어하게 되는 자동 분무기 제어 시스템의 설계 및 구현에 관한 것이다. 제안 시스템을 설치하지 않은 경우, 현장시험 과정에서 평균 습도편차가 37%에서 설치하는 경우 23.3%로 안정됨으로서 37.3%의 개선 효과를 얻었으며 평균 온도편차는 7°C에서 5°C로 안정됨으로서 33%의 개선 효과를 얻을 수 있었다.

감사의 글

본 논문은 2010년도 충주대학교 교내학술 연구비의 지원에 의한 연구 결과 임.

참 고 문 헌

[1] 곽윤식, 최중남외 4, “무선 센서네트워크 환경 기반의 센서노드 하드웨어 플랫폼 설계 및 구현”, *한국향행학회논문지*, 제14권 2호, pp227~232, 2010

- [2] 곽윤식, 박상문 외 3, “무선 센서네트워크 환경에서 데이터 획득 장치 설계”, *2010 한국정보기술학회 하계종합학술대회*, pp177~179, 2010
- [3] Brenda M. Michelson, "Event-Driven Architecture Overview", *Patricia Seybold Group*, Feb, 2006
- [4] Shuoqi Li, Sang Hyuk Son, and John A. Stankovic, "Event detection services using data service middleware in distributed sensor networks", *Proc of IPSN*, pp 502~517, 2003
- [5] Jason Hill, Robert Szewczyk, Alec Woo, Seth Hollar, David Culler, and Kristofer Pister, "System Architecture Directions for Networked Sensors", *ASPLOS 2000*, P93~104, Nov.2000
- [6] <http://www.ieee802.org/15/>, IEEE 802.15 Working Group for WPAN
- [7] <http://www.atmel.com>

곽 윤 식 (郭允植)



1984년 2월: 청주대학교 전자공학과 (공학사)
 1986년 2월: 경희대학교 전자공학과 (공학석사)
 1994년 2월: 경희대학교 전자공학과 (박사)
 1995년 1월 ~ 1996년 1월 : Texas

Tech University 파견 교수

1991년 5월 ~ 현재 : 충주대학교 전기전자공학부 교수
 관심분야 : 센서네트워크, 유비쿼터스 컴퓨팅

구 본 근 (具本根)



1991년 2월 : 인제대 전산학과(공학사)
 1993년 2월 : 부산외국어대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 1998년 2월 : 경북대 컴퓨터공학과(공학박사)
 1998년 3월~현재 : 충주대학교 컴퓨터공학과 교수
 관심분야 : 컴퓨터구조, 임베디드시스템, 상황인식 시스템, 스토리지 시스템

정 승 국 (丁道令)



2004년 2월: 한남대 전자정보통신공학과(박사)
 1985년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원
 관심분야 : 그리드 컴퓨팅, SSD, Utility computing, Storage & Server Virtualization