

유비쿼터스 환경에서 임베디드 기술을 이용한 재배 시설 제어에 관한 연구

A Study on Cultivation facility Control Using Embedded Technology In Ubiquitous Environment

조성진, 박진희, 정환목

대구가톨릭대학교 컴퓨터정보통신공학부

soung-jin Cho · Jin-Hee Park · Hwan-Mook Chung

Faculty of Computer and Information Communication Engineering

Catholic University of Daegu

E-mail : sjincho@yahoo.co.kr

요 약

생활환경이 새로운 패러다임으로 변해가고 있다. 유비쿼터스 환경을 앞당기기 위하여 산업체 전반에 걸쳐 변화를 거듭하고 연구가 지속되고 있다. 유비쿼터스 환경은 농업 분야에도 적용되어 농산물의 재배와 수확에 이르기까지 전반적인 형태를 변화 시키고 있다.

재배 시설을 원격지에서 제어함으로써 적절한 재배환경을 지원할 수 있도록 하여 환경변화 관리를 효율적으로 할 수 있으며, 사용자의 성향에 맞는 재배 환경 여건을 지능적으로 판단하고 제어 할 수 있는 시스템이 요구된다.

본 논문에서는 다양한 환경 즉, 온도, 습도, CO₂, 조도 등의 변화를 센서네트워크를 통하여 감지하고, 퍼지시스템을 통하여 환경변화를 추론하여 환기시설을 적절하게 제어할 수 있는 시스템과 알고리즘을 제안한다.

키워드 : 재배시설, 임베디드, Rule base system, Agriculture, Fuzzy, RFID

1. 서론

유비쿼터스 기술은 전 분야에서 급속도로 발전하고 있으며, 임베디드 기술은 농촌 환경에도 변화를 가져오게 하고 있다.

유비쿼터스 센서 네트워크를 통하여 지능적이고 스마트한 재배 시설의 환경과 사용자의 자연스러운 상호 작용을 하기 위하여 임베디드 센서 기술을 이용한 재배시설의 효율적인 제어 방법이 필요하다.

현재 재배시설의 환경 제어 시스템들은 사용자 중심의 인터페이스가 부족하고, 제어 방식이 부분적으로 되어 있기 때문에 통합적인 제어 디바이스의 융합이 필요하다.

즉, ON/OFF 센서, 온도센서, 습도센서, 탄산가스 센서, 환기센서, 풍속센서, 강우센서 등을 이용하여 센서들로부터 얻어진 저 레벨의 정보들

을 통합하여 임베디드 환경 정보를 생성하고, 이를 기반으로 사용자의 의도에 맞는 사용자 중심의 서비스를 제공할 수 있도록 하여야 한다.

본 논문에서는 농촌의 재배 환경에 필요한 요소들을 센서네트워크 구성하고 감지하며, 퍼지시스템을 통하여 환경변화를 추론하여 환기시설을 적절하게 제어할 수 있도록 하였다.

2. 관련연구

2.1 유비쿼터스 센서 제어

네트워크 컴퓨팅 기술과 더불어 지능형 센서들은 각종 장치들과 함께 필요한 정보를 추출하는 기능을 수행하는 중추적인 역할을 하고 있다.

지능형 센서는 물리적 또는 화학적 현상을 전

기신호로 변환하는 센서의 단순기능과 논리제어 기능, 통신기능, 판단기능을 갖는다. 이러한 센서의 지능화는 전통적인 센서의 활용분야를 뛰어넘어 스마트 홈 시스템, 원격진료 시스템, 대규모의 환경 감시 시스템 등에 센서의 활용 영역을 넓히고 있다. 센서의 기능 확장과 지능화는 MEMS(Micro Electro Mechanical System) 기술을 통해 더욱 가속화 되고 있다.

센서의 일반적인 구조는 센서소자, 아날로그 증폭회로, 디지털 제어회로, ADC/DAC, MCU, 비휘발성 메모리, 통신 인터페이스 등으로 구성되어 데이터 처리능력과 판단기능, 메모리 기능, 통신기능을 갖는다.

2.2 임베디드 기술

초고속인터넷 무선통신의 보급과 유비쿼터스 환경으로 발전하면서 기반 기술인 임베디드 시스템의 중요성이 커지고 있다. 임베디드는 휴대폰, 디지털 셋톱박스, 홈네트워크는 물론 스마트카드, 센서, SW, TV, RFID, 노드 등 광범위한 분야에서 활용된다. 향후 임베디드의 개발 경쟁력은 국가 경쟁력의 지표가 될 전망이어서 중요성이 더욱 커질 것으로 보인다[2].

전기, 전자, 컴퓨터 기술들이 발달하면서 이들 기술을 이용한 다양한 기기들이 우리의 생활 주변에 들어오게 되었다.

즉, 우리 생활에서 쓰이는 각종 전자기기, 가전제품, 제어장치는 단순히 회로로만 구성된 것이 아니라 마이크로프로세서가 내장되어 있고, 그 마이크로프로세서를 구동하여 특정한 기능을 수행하도록 프로그램이 내장되어 있는 시스템을 가리키는 것이다.

2.3 USN(Ubiquitous Sensor Network)

RFID 기술은 물품 및 관리할 사물에 아주 작은 전자태그를 부착하고 무선 주파수를 이용하여 사물의 정보(Identification) 및 주변 환경 정보를 자동으로 추출하여 관리하는 것으로 사람 중심(Anyone) 정보화에서 사물을 중심(Anything)으로 정보화를 이동 시키고 있다.

정보화는 사물 중심으로 그리고 다품종 대량 생산 체제로 전환될 것이다. 이러한 패러다임의 변화에 중심이 되는 것이 RFID(Radio Frequency Identification) 기술이다.

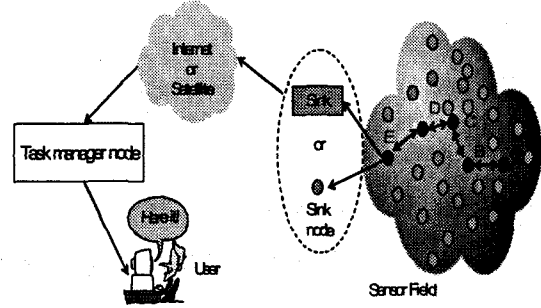


그림 1 유비쿼터스 센서 네트워크

[그림 1]과 같이 유비쿼터스 센서 네트워크는 필요한 모든 곳에 전자 태그를 부착하고 이를 통하여 사물의 인식정보를 기본으로 주변의 환경 정보(온도, 습도, CO₂, 조도)까지 탐지하여 (Sensor) 이를 실시간으로 광대역 통합망(BcN)에 연결하여 관리하는 것을 말하는 것으로 모든 사물에 Computing과 Communication 기능을 부여하여 anytime, anywhere, anything 통신이 가능한 환경을 구현하기 위한 기술이다.

2.4 퍼지 제어 이용한 센서융합

외부 환경의 인식에는 초음파센서, 비전센서, 접촉센서, 적외선센서 등 여러 가지 종류의 센서가 사용된다. 각각의 센서마다 감지할 수 있는 외부 환경의 영역과 정확도는 서로 다르다. 이러한 문제점을 보완하기 위해서 센서를 여러 개 사용하는 방법이 제시되었다[1].

같은 종류의 센서를 여러 개 사용하는 것을 센서통합(Sensor Integration)이라 하고, 서로 다른 종류의 센서를 같이 사용하는 것을 센서융합(Sensor Fusion)이라 한다. 이러한 센서융합과 센서통합의 일반적인 형태는 그림 2와 같다.

효율적 측면에서는 센서통합보다는 센서융합이 바람직하다. 센서통합의 경우에는 단일한 센서를 사용하기 때문에 그 센서의 작동 범위의 제한성과 센서에 가해지는 노이즈의 영향이 크다. 이에 비해 센서융합의 방법은 여러 종류의 센서를 사용하므로 각각의 센서 작동 범위의 한계를 보완하며, 노이즈의 처리에도 보다 효과적이다.

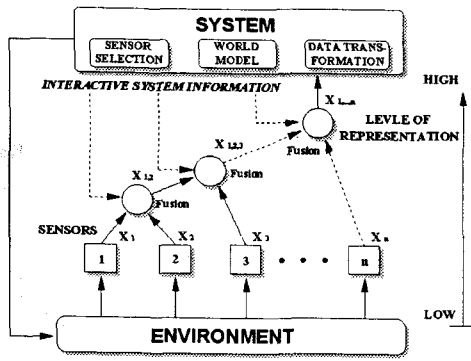


그림 2 센서융합과 센서통합의 형태

3. EFCS(Embedded Fuzzy Control System)

3.1 EFCS 구성도

일반적으로 재배 시설을 제어하기 위한 방법으로 여러 가지 센서들을 이용하며, 각 센서에서 생성된 형태에 따라 동작하게 된다. 즉, 재배 시설은 온도, 습도, 조도, CO₂, 등의 환경 변화에 따라 적절한 환기 제어가 되어야 한다.

본 논문에서는 그림 3과 같이 유비쿼터스 환경에서 다양한 센서들이 지능적으로 융합할 수 있도록 센서 네트워크를 구성하고 퍼지 제어를 통하여 재배시설의 환경변화를 제어할 수 있도록 하였다.

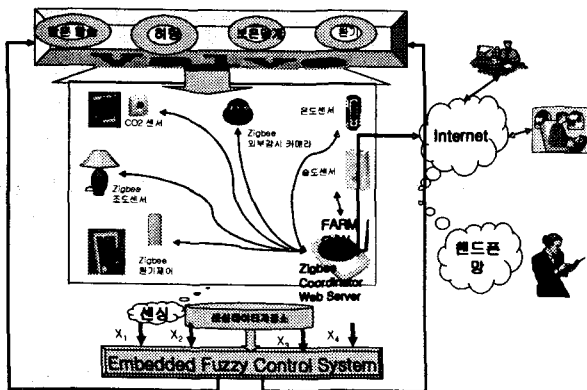


그림 3 EFCS(Embedded Fuzzy Control System) 구성도

3.2 퍼지 제어 시스템

재배시설에서의 환기 여부를 결정할 환경을 파악하기 위하여 온도센서, 습도센서, 조도센서, CO₂센서를 사용한다. EFCS 시스템은 입력된 값

을 이용하여 대상 위치의 환경을 결정하고 그 결과값을 적용하여 식물 성장에 적합한 환기 제어를 해 준다.

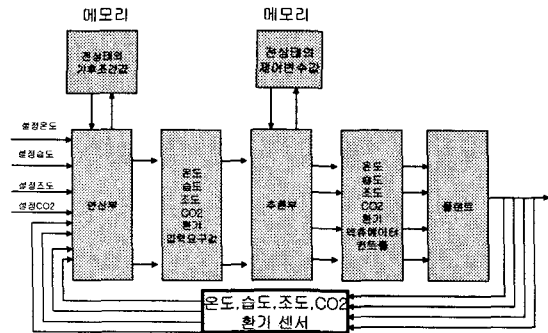


그림 4 재배 시설의 환경 센서 흐름도

그림 4는 재배 시설의 환경 센서 값의 흐름도를 나타내고 있다.

제안된 환경 센서 흐름도는 사용자의 환경을 파악하기 위해 온도센서, 습도센서, 조도센서, CO₂ 센서를 지니고 있다. 추론부에서는 센서 값을 이용하여 사용자의 재배시설내의 환경을 파악하고 평가하여 제어를 결정한다.

3.2.1 퍼지 제어

퍼지 제어기는 “if-then” 형태의 제어규칙과 각각의 제어규칙에 해당하는 룰 베이스와 제어 장치를 기반으로 하고 있다. 퍼지 제어 방법은 일반적인 삼각법을 사용하였고, 퍼지 추론은 Mamdani’s Method(min-max) 방법을 사용하였다. 비퍼지화 단계는 다음과 같은 무게중심법을 사용하였다.

$$z_0 = \frac{\sum \mu_z(w_j) w_j}{\sum \mu_z(w_j)}$$

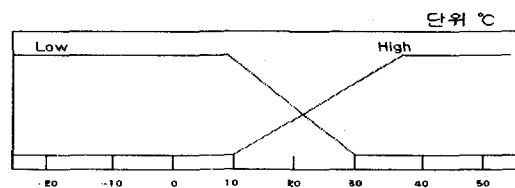
여기서, n : 출력값의 이산화 수준 갯수

(the number of quantization

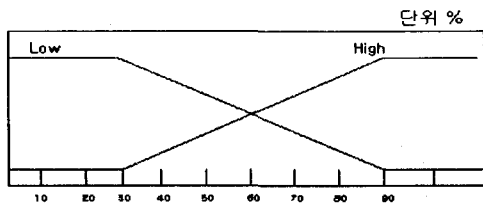
level of the output)

μ_z : 출력 z의 소속함수값

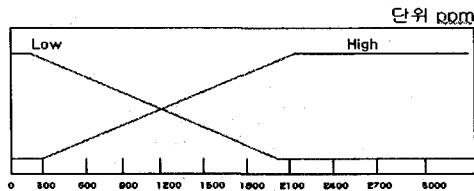
w_j : 소속함수의 입력값



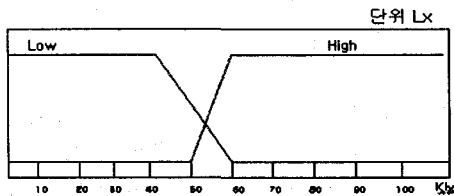
(1) 온도의 입력값



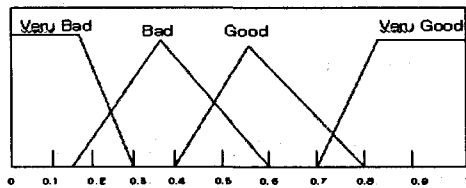
(2) 습도의 입력값



(3) CO₂의 입력값



(4) 조도의 입력값



(5) 환기 조절

그림 5 환경 변수들의 소속함수

(1),(2),(3),(4)는 전건부 입력으로 온도센서, 습도센서, CO₂센서, 조도센서를 통해 들어오는 값을 삼각법을 사용하여 각 2개의 언어적 변수를 사용하여 나타내었고 그림(5)은 후건부인 환기의 조건을 평가한 것으로 4개의 언어적 변수를 나타내었다.

온도, 조도 습도, CO ₂	Low	Middle	High
Low	Very Bad	Good	Very Good
Middle	Bad	Good	Good
High	Very Bad	Bad	Very Bad

표 1 환기 조절의 규칙 베이스

표 1 은 다양한 환경적 변수의 입력에 대한 출

력값을 지니는 환기에 대한 규칙베이스를 만든 것이다.

4. 시뮬레이션

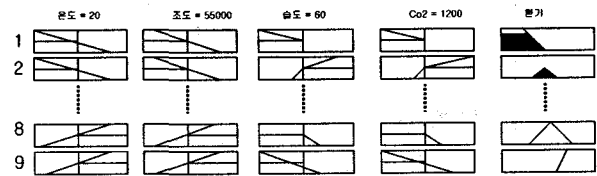


그림 6 환기 여부 시뮬레이션

그림 6은 퍼지 규칙 베이스를 기초로 작성한 입력 소속함수 값으로 환기 여부를 제어하는 시뮬레이션을 보여주고 있다. 온도와 조도가 적절하더라도 습도와 CO₂의 발생량에 따라서 환기 여부 결정하게 되며, 온도와 조도, 습도, CO₂ 발생량이 전반적으로 모두 상승일 때도 환기의 필요성을 가진다. 즉, 재배 시설 내외의 환경의 변화 요건에 따라 환기의 여부를 결정하게 된다.

5. 결론

본 논문은 유비쿼터스의 재배시설에서 다양한 환경의 변화와 개별적인 장치의 가동을 해야 하는 번거로움에서 탈피하여 센서를 통하여 받아들인 입력을 퍼지 규칙에 따라 추론하여 평가하고 각각의 센서를 통합 운영함으로 재배시설의 환기 상태의 좋고 나쁨을 판단하는 알고리즘을 보여주고 있다. 각각의 센서의 입력 상태를 종합적으로 고려하여 환경을 평가하고 이를 바탕으로 환기 시스템을 가동하여 실내 환경을 식물 성장시 최적의 조건으로 제어하도록 추론부를 구성하였다.

향후 과제는 퍼지 규칙을 더 확장하고 신경망을 적용하여 입력을 다양화하며 많은 종류의 센서를 활용하여 여러 경우에 대하여 학습시킴으로서 환경에 동적인 제어가 구현될 수 있도록 알고리즘을 개발하는 것이다.

<참고문헌>

[1] A. Piegat, "Fuzzy modeling and Control". Physica-Verlag(Studies in Fuzziness and Soft Computing), 2001

[2] Thiang, A. Hannawati, L. Resmana, H. ferdinando. "PetraFuz: a Low Cost Embedded Controller Based Fuzzy Logic Development System", August 2001.

[3] H.M.Chung, "Fuzzy 논리함수의 구조적 성질을 이용한 자동 규칙 생성", KFIS, Vol.2, No4,pp10~16, 1992