USN 환경에서 Agent 기술을 이용한 Sensor Data 분류에 관한 연구

A Study on Sensor Data Classification Using Agent Technology In USN Environment

조성진[1], 정환묵[2]

[1] 대구가톨릭대학교 컴퓨터정보통신공학부
E-mail: sjincho@yahoo.co.kr
[2] 대구가톨릭대학교 컴퓨터정보통신공학부
E-mail: hmchung@cu.ac.kr

요 약

급격한 정보화 산업의 발달로 인하여 혁신적인 기술 진화와 함께 이에 기반한 새로운 환경적, 기술적 패러다임이 변화되고 있다.
공간 간 융합과 조화를 극대화 시키고 공간속에서의 충돌과 문제점을 최소화시키기 위한 유비쿼터스 공간의 출현이다.
USN에서 많은 수의 작고 다양하고 이질적인 센서 데이터 들이 발생하고 있다. 센서 데이터베이스 시스템에서 수많은 데이터들을 융합하기 위하여 에이전트 기술을 이용하고, 방대하고 애매모호한 데이터를 퍼지이론을 적용하여 데이터를 분류하여 적절한 장소에서 사용자의 욕구에 알맞은 정보를 제공함으로써 효율성과 융통성을 지원하는 방법을 제안한다.

본 논문에서는 이러한 애매모호한 데이터를 적절하게 분류함으로써 시간과 비용을 절약하고 빠른 응답을 사용자에게 전달할 수 있으며 유효적절한 서비스를 사용자의 기호에 맞게 제공함으로써 공간과 사물에 주어진 센서 데이터를 효율적으로 관리 할 수 있는 방법을 제안한다.

Key Words : USN, Classification, Rule base system, Agent, Fuzzy

1. 서론

유비쿼터스 환경을 완성하기 위한 RFID/USN은 칩의 저가격화와 저전력, 소형화 지능화 추세에로 조달, 경제, 국방, 물류, 교육, 문화, 엔터테이먼트, 교통 환경 등의 다양한 분야에 적용되고 결국 지능형 유비쿼터스로 진화 될 것이다.

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

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

본 논문에서는 생활 환경에 필요한 요소들을 센서네트워크를 구성하고 감지하며, 퍼지시스템을 통하여 센서 환경 변화를 추론, 분류하여 시설을 적절하게 제어할 수 있는 모델을 제안한다.

2. 관련연구

2.1 유비쿼터스 센서 제어

지능형 센서는 물리적 또는 화학적 현상을 전기신호로 변환하는 센서의 단순기능과 논리제어기능, 통신기능, 판단기능을 갖는다. 이러한 센서의 지능화는 전통적인 센서의 활용분야를 뛰어 넘어 스마트 홈 시스템, 원격진료 시스템, 대규모의 환경 감시 시스템 등에 센서의 활용영역을 넓히고 있다. 센서의 기능 확장과 지능화는MEMS(Micro Electro Mechanical System)

기술을 통해 더욱 가속화 되고 있다.

유비쿼터스 센서 네트워크는 필요한 모든 곳에 전자 태그를 부착하고 이를 통하여 사물의 인식정보를 기본으로 주변의 환경정보(온도, 습도, CO_2, 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

2.2 에이전트

에이전트란 변화하는 환경과 상호 작용하여 능동적으로 반응하는 지능을 가진 객체를 한다. 예를 들어 인간 에이전트는 신체기관을 통하여 물리적 세계와 상호작용을 하며, 로봇 에이전트는 카메라나 적외선 감지기를 사용하여 환경에 반응한다. 소프트웨어 에이전트는 컴퓨팅 환경 속에서 살면서 이진화 된 비트들로써 인식하고 행동한다.

지능형 에이전트는 일상적으로 반복되는 작업을 자동화할 수 있고, 사용자가 잊었던 일을 기억시켜주며, 복잡한 데이터들을 지능적으로 분류하고 추출하는 등 개인 비서의 역할을 한다.

2.3 퍼지 제어를 이용한 센서분류

외부 환경의 인식에는 초음파센서, 비젼센서, 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.

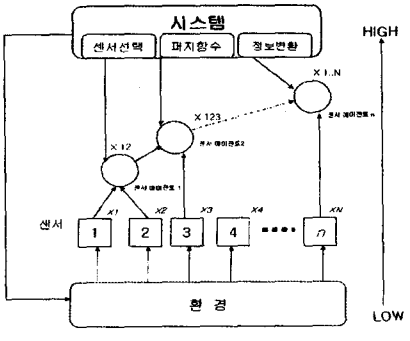


그림1 Agent Sensor Classification System

센서통합의 경우에는 단일한 센서를 사용하기 때문에 그 센서의 작동 범위의 제한성과 센서에 가해지는 노이즈의 영향이 크다. 그러나 센서융합은 여러 종류의 센서를 사용하므로 (그림 1)과 같이 각각의 센서 작동 범위의 한계를 보완하며, 노이즈의 처리에도 보다 효과적이다. 이러한 다양한 센서들을 사용자의 목적에 적합한 센서를 분류하는 방법이 중요하다[3].

3. 에이전트 퍼지 센서 분류 시스템

3.1 구성도

에이전트 퍼지 센서 분류 시스템(Agent Fuzzy Sensor Classification System) 은 각각의 센서들이 인지할 수 있는 영역과 정확도는 서로 다르므로 각각의 센서들이 인식하는 정보들을 에이전트를 통하여 정보를 전달하게 한다.

따라서 AFSCS는 (그림 2)와 같이 유비쿼터스 환경에서 다양한 센서들이 에이전트를 이용하여 지능적으로 분류할 수 있도록 센서 네트워크를 구성하고 퍼지 제어를 통하여 환경변화에 적절하게 대응할 수 있도록 한다.

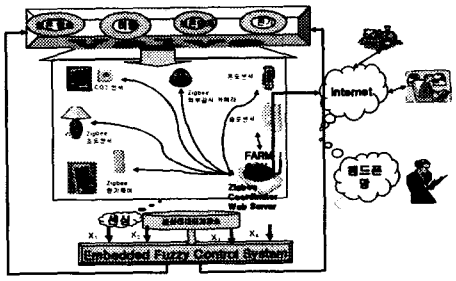


그림2 AFSCS(Agent Fuzzy Sensor Classification System) 구성도

3.2 에이전트 퍼지 센서 분류

환경에서의 환기 여부를 결정할 정도를 파악하기 위하여 온도센서(센서 1), 습도센서(센서 2), 조도센서(센서 3), CO_2센서(센서 4)를 사용한다. AFSCS는 입력된 값을 이용하여 대상 위치의 환경을 결정하고 그 결과 값을 적용하여 식물 생장에 적합한 환기 제어를 해 준다.

(그림 3)은 환경 센서 값의 흐름도를 나타내고 있다.

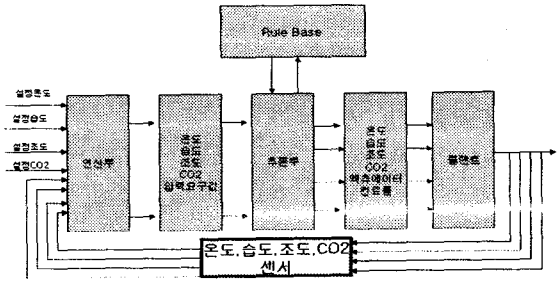


그림 3 센서 분류 흐름도

환경 센서 흐름도는 사용자의 환경을 파악하기 위해 온도센서, 습도센서, 조도센서, CO_2 센

서를 지니고 있다. 추론부에서는 센서 값을 이용하여 사용자의 시설내의 환경을 파악하고 평가하여 제어를 결정한다.

3.2.1 퍼지제어

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 식 1과 같은 무게중심법을 사용하였다.

$$z_0 = \frac{\sum_{j=1}^{n} \mu_z(w_j)\, w_j}{\sum_{j=1}^{n} \mu_z(w_j)} \qquad (1)$$

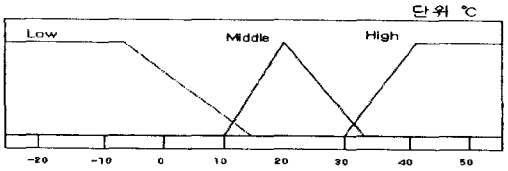
여기서, n : 출력값의 이산화 수준 갯수

(*the number of quantization level of the output*)

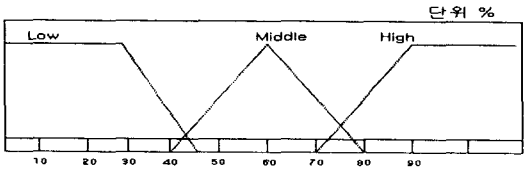
μ_z: 출력 z의 소속함수값

w_j: 소속함수의 입력값

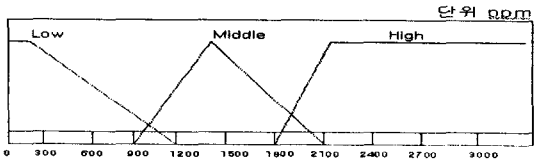
(1) 온도의 입력값



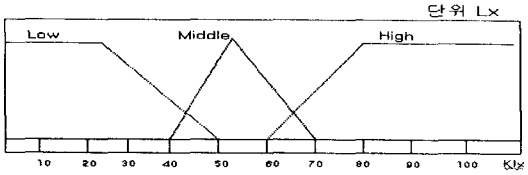
(2) 습도의 입력값



(3) 탄산가스의 입력값



(4) 조도의 입력값



(5) 환기 조절 함수

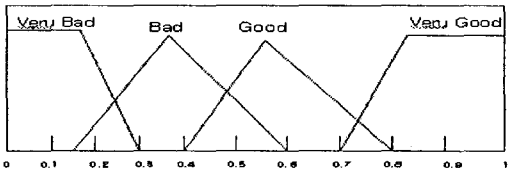


그림 4 환경 변수들의 소속 함수

(6) 환기 조절

전건부 입력으로 온도센서, 습도센서, CO_2 센서, 조도센서를 통해 들어오는 값을 삼각법을 사용하여 각 3개의 언어적 변수를 사용하여 나타내었고 (그림 4)에서 (5)는 후건부인 환기의 조건을 평가한 것으로 4개의 언어적 변수를 나타내었다.

(표 1)은 다양한 환경적 변수의 입력에 대한 출력값을 지니는 환기에 대한 규칙베이스를 만든 것이다[2].

표 1 환기 조절의 규칙 베이스

온도, 조도 / 습도, CO_2	Low	Middle	High
Low	Very Bad	Good	Very Good
Middle	Bad	Good	Good
High	Very Bad	Bad	Very Bad

3.2.2 퍼지 센서 분류 방법

센서들은 환경변화에 민감하게 변할 것이다. 어떤 센서가 어떻게 변했는지를 알아내고 변화 내용을 에이전트가 융합하고 분류하여 새로운 환경변화에 대처하는 메커니즘을 실행하게 된다. 따라서 환경변화에 대한 퍼지센서 분류 방법은 (그림 5)와 같다.

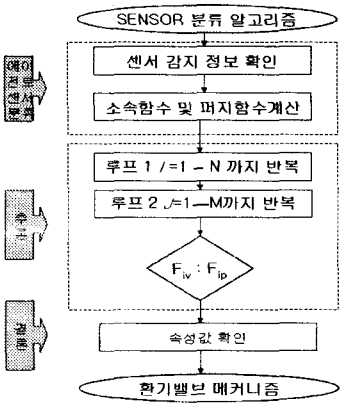


그림5 센서 분류의 과정

4. 적용 예

퍼지 센서의 분류 방법의 적용은 재배시설에서 변화하고 있는 기후 변화에 따른 온도, 습도, 조도, CO_2 를 입력으로 하여 시설에 적절한 환기를 결정할 수 있는 방법을 예로서 적용한다.

[에이전트센서 융합 단계]

각각의 센서들에서 들어오는 정보들 중에 변화를 보인 센서가 어떤 것인지를 알기는 어렵다. 물론 센서의 수가 적을 경우에는 쉽겠지만 많은 경우는 여러 센서가 함께 변하가나 어떤 센서가 변했는지 확인하는 작업이 필요하다. 따라서 **[에이전트센서 융합 단계]**에서는 퍼지 센서 융합을 위해 필요한 (표 1)과 같이 규칙베이스와 속성 값의 프로파일을 설정한다.

표 2 Fuzzy quality profile

구 분	Low	Middle	High
온도센서(센서 1)	0.3, f11	1.0, f22	0.5, f31
습도센서(센서 2)	0.3, f13	1.0, f23	0.3, f33
조도센서(센서 3)	0.3, f12	0.5, f21	1.0, f31
CO2센서(센서 4)	1.0, f14	0.5, f21	0.3, f33

(표 3)은 각각의 센서에서 들어온 측정치를 퍼지 소속 함수로 나타낸 것이다.

표 3 센서 측정 데이터

구 분	Low	Middle	High
온도센서(센서 1)	0.3, f12	1.0, f22	0.5, f32
습도센서(센서 2)	0.3, f12	1.0, f21	0.3, f33
조도센서(센서 3)	0.3, f13	0.5, f22	1.0, f32
CO2센서(센서 4)	1.0, f14	0.5, f23	0.3, f31

[추론단계]

추론단계에서는 표 2과 표 3에서 F_{ju} 가 같은 함수를 남기고 다른 것은 x로 표 4와 같이 표현한다. 따라서 센서 1,2,4의 정보가 입력된 것을 알 수 있다.

표 4 센서데이터확인

구 분	Low	Middle	High
온도센서(센서 1)	x	1.0, f_{22}	x
습도센서(센서 2)	x	x	0.3, f_{33}
조도센서(센서 3)	x	x	x
CO_2센서(센서 4)	1.0, f_{14}	x	x

[결론단계]

일치하는 센서 중에 속성 값이 적은 것을 찾아낸다. 속성 값이 적은 것은 환경 변화를 의미한다. 즉, (표 4)에서와 같이 온도와 CO_2센서 정보는 최적인 상태로 나타내고 있으나 습도센서는 높은 편으로 환기시킬 필요가 있음을 나타낸다.

이러한 퍼지 규칙 베이스를 기초로 작성한 입력 소속함수 값으로 환기 여부를 제어하는 퍼지 센서분류 적용 예에서 온도와 조도가 적절하더라도 습도와 CO_2의 발생량에 따라서 환기 여부 결정하게 되며, 온도와 조도, 습도, CO_2 발생량이 전반적으로 모두 상승일 때도 환기의 필요성을 가진다. 즉, 시설 내외의 환경 변화 요건에 따라 환기의 여부를 결정할 수 있다.

5. 결론

본 논문은 유비쿼터스의 다양한 환경의 변화와 개별적인 장치의 가동을 해야 하는 번거러움에서 탈피하여 센서를 통하여 받아들인 입력을 퍼지 규칙에 따라 추론하여 평가하고 각각의 센서를 통합, 분류 운영함으로 시설의 환기 상태의 좋고 나쁨을 판단하는 알고리즘을 보여주고 있다. 각각의 센서의 입력 상태를 종합적으로 고려하여 환경을 평가하고 이를 바탕으로 환기 시스템을 가동하여 실내 환경을 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.

참 고 문 헌

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

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

[3] Durrant-Whyte H F 1988 Integration, Coodination and control of Multi-Sensor Robot Systems(Boston:Kluwer)