

# 퍼지 추론 기반 서비스 적응을 위한 지능형 상황 인식 미들웨어

안 호 인<sup>†</sup> · 윤 석 환<sup>\*\*</sup> · 윤 용 익<sup>\*\*\*</sup>

## 요 약

본 논문에서는 사용자의 요구에 따른 맞춤형 서비스 제공이 가능한 지능형 상황 인식 미들웨어 모델을 제안하기 위한 선행 연구로서 상황 인식 미들웨어 기술을 분석하였다. 제안된 지능형 상황 인식 미들웨어 모델은 온톨로지를 기반으로 여러 종류의 context 정보들을 효과적으로 관리 하고, 분석 및 학습하여 사용자의 요구사항을 주어진 상황에 최적으로 만족시킬 수 있는 지능형 서비스 제공이 가능하여 사용자들의 삶의 질을 향상 시킬 것으로 기대된다. 또한 사용자의 요구 사항을 능동적으로 반영하고 사용자에게 유연한 서비스를 제공하기 위해서 다양하고 동적인 상황의 변화를 인식하고 이에 적응할 수 있는 퍼지 추론 기반 서비스 적응을 위한 지능형 상황 인식 미들웨어 모델을 연구하고, 이에 대한 실험 결과를 제시한다. 우선적으로 지능형 상황 인식 미들웨어의 요구사항을 파악하였고 이를 통해 보다 높은 차원의 상황 인식을 위해 추론되는 과정을 보였다. 추론 방법은 퍼지 이론을 이용하였으며 서비스 과정을 통해 모델을 구축하는 모습을 보였다. 또한 제시한 퍼지 추론을 스마트 자기에 적용하여 온도의 변화에 따른 퍼지 값을 추론한 후 최적의 상태 값을 제시하여, 온도와 같은 상황의 변화에 따른 스마트 자기의 적응성을 보여주었다.

키워드 : 지능형 미들웨어, 상황 인식, 서비스 적응, 퍼지 추론, 온톨로지

## An Intelligent Context-Awareness Middleware for Service Adaptation based on Fuzzy Inference

Hyo-In Ahn<sup>†</sup> · Seok-Hwan Yoon<sup>\*\*</sup> · Yong-Ik Yoon<sup>\*\*\*</sup>

### ABSTRACT

This paper proposes an intelligent context awareness middleware (ICAM) for Ubiquitous Computing Environment. In this paper we have researched about the context awareness middleware. The ICAM model is based on ontology that efficiently manages analyses and learns about various context information and can provide intelligent services that satisfy the human requirements. Therefore, various intelligent services will improve user's life environment. We also describe the current implementation of the ICAM for service adaptation based on fuzzy inference that help applications to adapt their ubiquitous computing environments according to rapidly changing. For this, after defining the requirements specifications of ICAM, we have researched the inferred processes for the higher level of context awareness. The Fuzzy Theory has been used in process of inferences, and showed constructing the model through the service process. Also, the proposed fuzzy inferences has been applied to smart Jacky, and after inferring the fuzzy values according to the change of temperature, showed the adaptability of Smart Jacky according to the change of surroundings like temperature as showing the optimal value of status.

Key Words : Intelligent Middleware, Context Awareness, Service Adaptation, Fuzzy Inference, Ontology

### 1. 서 론

유비쿼터스 기술은 기존의 단순한 형태의 장치들이 연결

된 물리적 공간을 보다 지능적이며 적응적인 컴퓨팅 환경인 지능적 분산 환경으로 변화하는데 핵심적인 역할을 담당하고 있다. 이러한 지능적 환경을 구현하기 위해서는 각 시스템들과 서비스들에 다양한 디바이스, 이동 사용자 및 빠르게 변화하는 context를 지원하는 기능이 요구되고 있다. 이를 위해서는 각각의 디바이스 내의 에이전트는 상황 인식 기술을 탑재하여 적응적으로 서비스를 변화하는 기능을 제공하여야 한다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 이러한 상황

\* 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2006-C1090-0603-0020).

† 정 회 원 : 숙명여자대학교 멀티미디어과 학 석사과정

\*\* 중 심 회 원 : 서울벤처정보대학원대학교 겸임교수

\*\*\* 중 심 회 원 : 숙명여자대학교 정보과학부 교수

논문접수 : 2007년 5월 11일, 심사완료 : 2007년 7월 12일

인식을 지원하기 위해서는 지능형 상황 인식 미들웨어 기술이 필수적이다[1].

지능형 상황 인식 미들웨어는 단순한 형태의 초고속 인터넷 공유, 파일 공유, 그리고 주변장치 공유의 개념을 벗어나 홈 네트워크 기술, 정보가전 기술, 소프트웨어 플랫폼, 솔루션 및 콘텐츠 등 다양한 IT 분야의 기술들이 통합되는 새로운 개념의 차세대 서비스 환경을 위한 상황 인식 모듈 개발을 용이하게 한다. 또한 서비스가 통합되어 제공되는 Ubiquitous Society 구현을 위해 다양한 적응적 알고리즘을 활용하여 변화하는 context에 맞는 최적의 서비스 환경 구축을 가능케 한다[2]. 또 하나의 중요한 이슈는 이러한 환경이 구현되기 위해서는 자율적이고 다양한 유비쿼터스 서비스 Entity 들이 공통의 Context를 인식하고 교환할 수 있는 기술이 부재 하다는 것이다. 더 나아가 사용자의 요구 사항을 만족시키기 위해 앞으로 더욱더 많은 종류와 양의 센서들로부터 생겨나는 센서 정보를 통해 높은 수준의 상황 정보를 알아내기 위한 추론 모델은 필수적이며, 이를 통해 사용자들은 더욱 지능적이고 자동화된 유비쿼터스 환경을 접할 수 있을 것이다[3].

따라서 본 논문에서는 지능형 상황 인식 미들웨어의 관점에서 다양한 환경 간의 context 전환이 가능하여 지능적인 서비스 통합 운용성을 보장하고 사용자의 요구에 따른 맞춤형 서비스 구축을 위한 지능형 상황 인식 미들웨어(Intelligent Context Awareness Middleware) 모델을 제안한다. 지능형 상황 인식 미들웨어 모델은 수집된 센서 정보를 입력으로 한 후 그에 해당하는 높은 수준의 상황 정보를 퍼지 이론을 통해 연역적으로 추론하는 구조를 제시한다. 또한 이런 추론 모듈을 사용자 지능형 상황 인식 미들웨어에 적용하고 그에 따른 효율적인 서비스 추론 적응 알고리즘을 연구한다.

## 2. 관련 연구

유비쿼터스 환경에서는 수많은 센서들과 센싱 된 상황 정보가 존재하기 때문에 사용자에게 필요한 정보를 추론해주는 상황정보 혼합 어플리케이션이 필요하다. 이를 위해 내장된 상황정보 혼합 어플리케이션들을 재사용하고 특정한 상황정보와 사용자에게 대해서는 추가적인 공용 함수를 삽입하는 CFN(Context Fusion Network)이라는 인프라스트럭처가 제시되었다[4].

Gaia는 상황인지 서비스 개발 아키텍처로서 서비스가 다양한 상황정보를 얻고 추론할 수 있는 인프라를 제공한다. 상황정보 제공자는 센서 또는 상황정보 데이터 소스로부터 상황정보를 수집하여 제공하며 상황정보 합성기는 다양한 상황정보를 수집하여 상위 개념의 상황정보를 추론한다. 상황정보 제공자 룩업 서비스는 필요한 상황정보 제공자의 정보를 제공하는 기능을 담당하며 상황정보 히스토리는 상황정보를 저장하여 제공한다. 또한 온톨로지(Ontology)[5]를 이용하여 상황정보에 의미를 부여하고 조회(Query)할 수 있는 메커

니즘을 제공한다. Gaia를 구성하는 각각의 객체간의 look-up 및 통신 방법은 CORBA를 기반으로 하여 제작되었다[6,7].

MoCE는 빠르고 쉬운 상황인지 기반 서비스의 개발을 위하여 모바일 환경에서 네트워크를 통하여 이질적인 장치간의 상황정보를 공유하는 서비스 프레임워크이다. MoCE 아키텍처는 추상화된 정보모델을 설계하였으며 효율적인 상황정보의 공유를 위하여 상황정보 디스커버리 프로토콜과 상황정보 전송 프로토콜을 사용하였다[8].

Gaia와 MoCE처럼 많은 시스템들이 온톨로지를 사용하여 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 내에 모든 상황 정보들을 서로 이해하고 공유할 수 있도록 연구하고 있다. 이는 본 논문의 첫 번째 목적과 일치하는 부분이다. 그러나 대부분의 시스템들은 온톨로지로 표현된 상황 정보를 사용하여 보편적이고 간단한 서비스를 제공하도록 구현되었다. 따라서 본 논문에서는 이 전에 연구 되었던 시스템들처럼 온톨로지를 기반으로 에이전트 간의 상호작용을 원활히 하고, 사용자 개인에 적합한 서비스를 제공하기 위한 퍼지 추론의 적용 및 사용자 프로파일을 동적으로 구축하는 지능형 상황 인식 미들웨어(Intelligent Context Awareness Middleware) 모델을 제안하고자 한다.

## 3. 지능형 상황 인식 미들웨어 시스템

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 다양한 서비스에 따른 서로 다른 Context들이 존재할 수 있다. 이러한 Context들에 기반을 둔 사용자 요구 사항에 맞는 적응형 서비스를 제공하기 위해서는 유비쿼터스 환경에 적합한 지능형 상황 인식 미들웨어가 필요하며 요구사항은 다음과 같다[9].

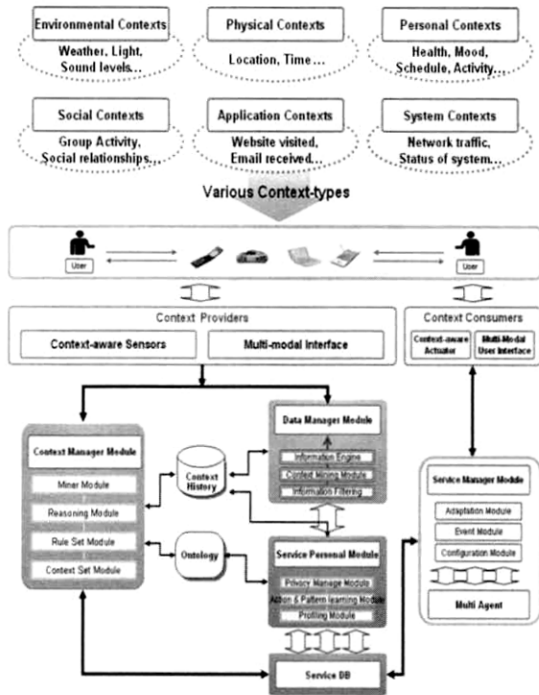
먼저, 센서로부터 context 정보 추출 및 각 디바이스 내의 Agent마다 적절한 context 정보의 분배 지원이 가능해야 하며 센싱한 하위 레벨context로부터 상위 레벨 context로의 추론 기능이 지원되어야 한다. 또한, Agent마다 각기 다른 종류의 추론 또는 학습 메커니즘의 적용 가능성, 그리고Agent들의 동적 context에 대한 Adaptation Service 제공이 용이해야 한다. 마지막으로 Ontology사용을 통한 Agent 간의 Syntactic & Semantic Interoperability 지원이 가능해야 한다.

### 3.1 지능형 상황 인식 미들웨어(ICAM) 모델

지능형 상황 인식 미들웨어는 유비쿼터스 환경에서 수많은 센서들과 센싱된 상황 정보가 존재하기 때문에 사용자에게 필요한 정보를 추론해주는 사용자 중심 적응 서비스를 위한 모델 연구이다. 본 논문에서 제안하는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 적합한 지능형 상황 인식 미들웨어 모델은 다음(그림 1)과 같고 구성 요소에 대한 설명은 다음과 같다.

#### • Context Providers

Context Providers는 서비스에 따른 여러 종류의 Context(Environmental, Informational, Social, Application, Physical, Personal, and System)를 제공하는 Entity로서



(그림 1) 지능형 상황 인식 미들웨어(ICAM) 구조

Event Channel을 통해서 Context Event를 지속적으로 전송한다. 따라서 Context Consumers의 요구에 따라 Context Providers는 Context 정보를 제공하기도 하고, Event Channel을 통해서 Sensing 되는 Context 정보를 자동으로 제공 받기도 한다.

• Context Manager Module

서로 다른 Context Providers로부터 탐지된 단순한 Context를 Logic 연산을 통해 다른 형태의 Context로 변환하여 다른 Entity로 전송한다. Context Manager Module는 Miner, Inference, Rule Set 그리고 Context Set으로 구성되어 있다.

• Context Consumers

Context Providers 또는 Context Manager Module로부터 서로 다른 종류의 Context들을 가져오는 Entity로서 전송된 Context 정보를 분석하여 이에 맞는 동작을 수행한다.

• Context History Service

기존의 Context 정보가 저장된 Database로서 다른 entity의 필요에 따라 기존의 Context 정보를 제공한다.

• Ontology Server

서로 다른 Entity들이 다른 종류의 Context 정보들을 교환할 수 있도록 하는 기능 제공하는 역할을 담당한다.

• Inference Mechanism

다양한 Context의 내용을 기반으로 최적의 서비스를 추천하는 기술로 본 논문에서는 Fuzzy Logic 이용하여 서비스를 추천한다.

• Learning Mechanism

기존의 Context History를 응용하여 최적의 서비스를 위한 학습 매커니즘이다.

• Multi-modal User Interface

음성 명령, 사용자 단말 장치의 상태 정보 및 다양한 Context 정보 등을 활용하여 효과적인 정보를 획득하고 전달하는 기능을 수행한다. 또한 사용자 단말기 및 환경에 따라 전달할 지식 정보의 표현 형태를 변형 및 합성하기도 하고, 다양한 Context 입력에 따른 다양한 상황 인지적 서비스를 제공한다.

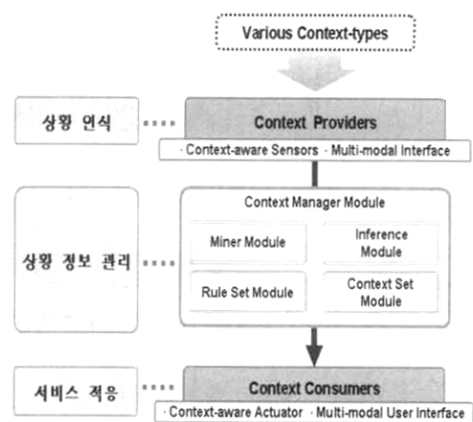
• Service Manager Module

각 서비스 및 사용자 요청에 의해 지능형 디바이스 드라이버가 Context에 의해 활성화 되면 Service Manager Module과 Context 정보관리 동적 재구성 모듈에 의해 Context Driven Dynamic Reconfiguration 수행한다.

3.2 지능형 상황 인식 미들웨어(ICAM) 개념도

본 논문에서 제안하는 지능형 상황 인식 미들웨어(Intelligent Context Awareness Middleware) 시스템의 개념도를 살펴보면 다음 (그림 2)에서 보는 바와 같이 상황 인식 기술, 상황 정보 관리 기술, 서비스 적응 기술의 연구이며 주요 목표는 서비스 추론 적응 기술 연구 부분이다.

유비쿼터스 환경하의 다양한 서비스에 따른 서로 다른 Context들을 인간의 기분(Mood)을 추론하거나 개인 스케줄과 활동 등을 제공하기 위한 초기 단계로서 여러 가지 센서로 정보를 센싱하여 Context Providers에게 넘겨준다. Context Providers는 Miner, Inference, Rule Set, 그리고 Context Set 등으로 구성 되어지는 Context Manager Module에게 Sensor로부터 넘겨받은 정보를 text type 등과 같은 새로운 형태의 context 로 변환하여 전달한다. Context Providers에게 제공받은 새로운 형태의 Context를 가지고 Context Manager Module는 Miner, Inference, Rule Set, Context Set을 거쳐 High-level Context 형태로 변환하고 이를 기반으로 적절한 서비스를 Context Consumers가 Actuator에서 할 수 있도록 지시한다. 또한 이때, Context Manager Module의 Inference 에서는 agent간의 Syntactic & Semantic Interoperability를 지원하기 위한 Domain Ontology를 참조한다.

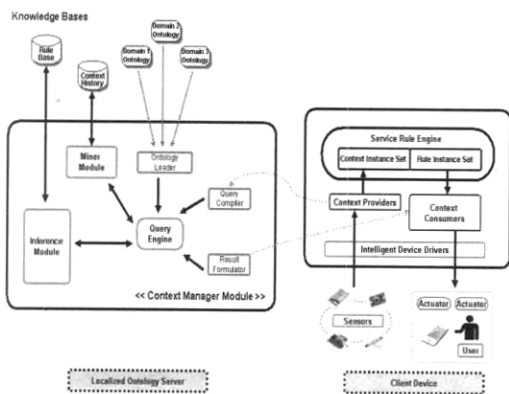


(그림 2) 지능형 상황 인식 미들웨어(ICAM) 개념도

### 3.3 상황인식 서비스 처리 과정

다음 (그림 3)은 사용자의 요구를 최적으로 만족시키는 상황인식 서비스 처리 과정을 나타낸 것이다.

즉, Sensor로부터 data를 획득한 Context Providers 은 data를 context로 re-presentation하고, re-presentation된 context는 사용자 중심 적응 미들웨어를 통하여 Ontology Server의 Inference Module까지 전송되며 동시에 Context History에 저장된다. Inference Module은 Domain Ontology를 참조하여 Context의 Semantics를 이해하여 Semantics Interoperability를 확보하고, 현재의 context들과 기존에 학습된 Rule Base를 이용하여 Activity Context나 새로운 종류의 상위레벨 Context를 생성한다. 이 Activity Context나 새로 생성된 상위레벨 Context를 Context History에 저장하고, 지능형 상황 인식 미들웨어를 통하여 Device에 Context Instance 형태로 전달한다. Context Instance를 전달받은 Context Consumers는 Context Instance Set과 Rule Instance Set을 사용하여 Device의 Action을 결정하고, 결정된 Action을 Actuator에게 적절한 형태로 변형하여 전달한다. 또한 Miner는 Context History를 이용한 Machine learning에 의하여 새로운 개념의 Context를 발견함으로써 고도의 지식 서비스를 가능하게 한다.



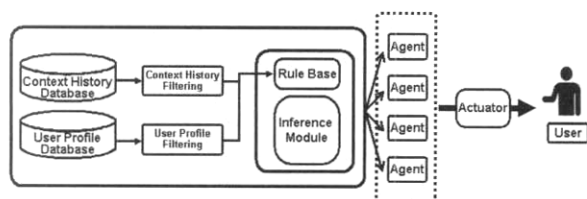
(그림 3) 상황 인식 서비스 처리 과정

## 4. 상황에 따른 서비스 적응 추론 기법

### 4.1 서비스 추론 적응 기법

다음 (그림 4)는 추론 모듈이 적용된 지능형 에이전트 행위 모듈의 구조를 나타낸 것이다.

유비쿼터스 컴퓨팅 환경 내에서의 상황 정보는 Context



(그림 4) 상황 인식 서비스 처리 과정

History DB에 저장되며, Context History Filtering에 의해 추론 모듈이 추론에 사용하는 사실로 변환 된다[10]. 추론 모듈을 구현할 때 가장 중요한 것은 지식 혹은 사실을 표현하는 방법이다. 추론 모듈이 사용자에게 따라 적절한 서비스를 추론하려면 상황 정보뿐만 아니라 사용자 프로파일에 표현된 사용자 기호 정보에 대한 사실을 Rule Base에 저장하고 있어야 한다[11].

### 4.2 퍼지 추론을 이용한 적응 알고리즘

본 논문에서는 센서로부터 바로 생성된 Low-Level Context를 혼합하여 이미 알려진 High-Level Context로 분류하는 논리적 연산을 추론에 기반한 상황인자로서 정의한다. 이를 위해 유연한 추론을 위한 기법인 퍼지 이론을 사용해서 수집된 센서 정보를 입력 데이터 셋으로 한 후, 그에 해당하는 상황을 추론하게 된다. 퍼지 이론은 불확실한 상황에서 정보를 표현하거나 추론하는 대표적인 방법으로 인공지능 분야에서 널리 사용되고 있다[12]. 이것은 이미 알고 있는 학습 데이터를 통해 새로운 상황에 대한 사후 행동을 예측하는 것이다.

다음의 수식과 같이 퍼지 집합의 순서쌍을 이용하여 에이전트에게 주어지는 목적을 퍼지 목적으로 표현한다. 이를 위해 사용자의 목적으로부터 얻는 데이터 셋 내의 n개의 구분식 표현에 대한 퍼지 집합을 각각  $G_1, G_2, \dots, G_n$  이라고 하고 에이전트의 퍼지 목적  $G$  를 다음과 같이 정의한다.

$$G = (G_1, G_2, \dots, G_n)$$

예를 들어 사용자가 어떤 지능형 에이전트에게 “거실을 적당한 온도와 적절한 습도, 최소의 조명으로 맞춰라”라는 목적을 주었다고 가정하자. 그러면 지능형 에이전트가 가지는 퍼지 목적은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$G = (TEM, HUM, LUX)$$

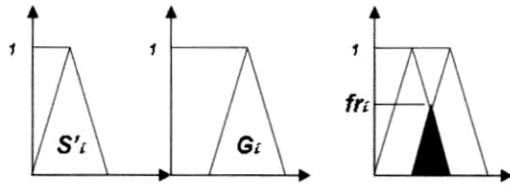
여기에서 TEM, HUM, LUX는 “적당한”, “적절한”, “최소의” 등의 구분식 표현의 퍼지 집합으로 각각 온도(Temperature), 습도(Humidity), 습도(lux)를 의미한다. 또한 에이전트가 환경에 대한 불확실성을 표현하기 위해서 퍼지 목적과 마찬가지로 환경으로부터 얻는 n개의 항목에 대한 퍼지 집합을 각각  $S_1, S_2, \dots, S_n$  이라고 퍼지 상태  $S$ 를 다음과 같이 정의한다.

$$S = (S_1, S_2, \dots, S_n)$$

만약 에이전트가 주어진 문제 영역(problem domain)에 대한 적절한 해석을 통해 얻을 수 있는 퍼지 집합을 가지고 있다면, 사용자의 목적과 환경으로부터 발생하는 불확실성을 퍼



(그림 5) 퍼지 상태 전이 (Fuzzy state transfer)



(그림 6) 퍼지 목적을 이용한 퍼지 강화 값 계산

지 목적과 퍼지 상태로 표현 할 수 있다. 이때 에이전트가 가지고 있는 퍼지 집합들은 일종의 규칙 베이스(Rule Base)의 역할을 하며, 에이전트의 인지에 따라서 얻는 환경인자와 언어 값에 의한 사용자의 목적은 적절한 퍼지화(fuzzification) 단계를 거쳐 퍼지 목적과 퍼지 상태로 표현된다.

다음 (그림 5)와 같이 퍼지 목적  $G$ 를 갖는 지능형 에이전트가 퍼지 상태  $S$ 에서 어떤 행동  $a$ 를 선택한 다음 상태  $S'$ 로 전이하고, 이 때 퍼지 강화 값  $FR(S, a)$ 을 받았다고 가정하자.

이때, 퍼지 상태  $S, S'$ 와 퍼지 목적  $G$ 의  $i$ 번째 퍼지 집합을 각각  $S_i, S'_i, G_i$  하고 이에 대한  $i$ 번째 퍼지 강화 값  $fr_i$ 를 다음 수식 (1) 과 (그림 6)와 같이 정의한다.

$$fr_i = \max\{\mu_{S_i}, \mu_{S'_i}\} = \max\{\min\{\mu_{S_i}, \mu_{S'_i}\}\} \quad (1)$$

즉, 에이전트가 행동  $a$ 에 의해 이동한 상태  $S'$ 가 퍼지 목적  $G$ 와 유사하다면 유사할수록 보다 큰 강화 값을 얻게 된다. 따라서 수식 (1)를 이용하여 에이전트의 퍼지 강화 함수  $FR(S, a)$ 를 다음과 같이 정의한다.  $r, m$ 은 상황에 의해 결정되는 상수 값이다.

$$FR(S,a) = r \cdot \min\{fr_1^m, fr_2^m, \dots, fr_n^m\} \quad (2)$$

이를 이용하여 FuzzyR 추론 적용 알고리즘을 다음 <표 1>과 같이 정의하고 에이전트의 각 학습 단계에서 반복적으로 적용함으로써 에이전트에게 주어진 사용자의 목적에 대한 최적의 정책에 따른 FuzzyR 함수의 근사값을 구할 수 있으며, 에이전트는 퍼지 상태와 행동, 그리고 FuzzyR 값으로 구성된 FuzzyR Table을 각 단계마다 갱신함으로써 FuzzyR 추론을 수행하게 된다.

<표 1> FuzzyR 추론 적용 알고리즘

[1단계]	각 퍼지 상태 $S$ , 행동 $a$ 에 대해 FuzzyR Table의 FuzzyR 값을 0으로 초기화 한다.
[2 단계]	현재의 퍼지 상태 $S$ 를 인지한다.
[3 단계]	다음의 과정을 무한 반복한다. (1) 행동 $a$ 를 선택하고 이를 수행한다. (2) 즉각적인 퍼지 강화 값 $FR$ 을 얻는다. (3) 행동에 따른 새로운 퍼지 상태 $S'$ 를 인지한다 (4) FuzzyR Table의 FuzzyR 값을 다음에 의해 갱신한다. (6)는 감소 인자를 의미한다) $FuzzyR(S,a) \leftarrow FR(S,a) + \delta \max_a FuzzyR(S',a')$
	(5) 새로운 퍼지 상태 $S'$ 로 이동한다.

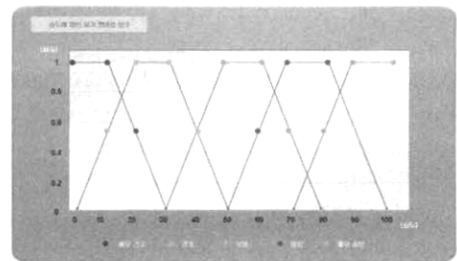
FuzzyR 추론 적용 알고리즘을 통해 FuzzyR 테이블로 형성된 사용자의 기호 정보는 위에서 설명한 Rule Base에 사실로 저장된 사용자 기호로 표현된 것처럼 User Profile DB에 저장되며, 서비스 추론 모듈에 의해 사용자에게 맞게 서비스를 push 하는데 사용된다. FuzzyR 추론 적용 알고리즘은 다음 <표 1>과 같다.

### 5. 실험 및 결과

위의 제시한 알고리즘의 적용하기 위하여 스마트 자키에 대하여 다음과 같은 예를 적용하였다. 예를 들어, 날씨의 온도 및 습도, 바람의 세기에 따라 사람의 체감 온도가 변한다고 가정한다. 이를 해결하기 위해 FuzzyR 추론 적용 알고리즘을 이용하여 사용자의 생체 정보 및 환경을 고려한 선호 온도를 Smart Jacket시스템에 설정할 수 있는 시나리오를 설계해 보자. 웹으로부터의 날씨 정보와 각종 센서로부터의 사용자 생체 정보는 상황 인식기와 온도 조절기에서 퍼지 추론을 하기 위해 다음과 같은 퍼지 멤버십 함수를 사용하여 입력 퍼지화를 한다.

이때 사용자 A는 더운 날씨와 높은 습도로 인해 체감 온도가 매우 높은 상황이다. 상황 인식기의 추론 결과 사용자 A의 체감 온도는 더움 0.8, 습도는 습함 0.3, 조도는 보통 0.8, 바람의 세기는 보통 0.7. 마지막으로 날씨는 매우 더움 1.0으로 상황을 인식하였다. 그 결과 사용자 A의 Smart Jacket시스템의 FuzzyR 추론 결과 Jacket의 온도를 섭씨 18도로 일정하게 유지하도록 추천하였다.

이와 같이 FuzzyR 추론 적용 알고리즘을 이용하면 사용자가 Smart Jacket을 처음 착용하였을 경우에는 많은 온도 조절이 필요하지만, Smart Jacket을 착용하는 횟수가 잦아질수록 사용자의 퍼지 상태와 행동, 그리고 FuzzyR 값으로 구성된 FuzzyR Table을 각 단계마다 갱신함으로써 시스템이 사용자의 성향을 분석하여 자동적으로 온도 조절이 가능한 서비스를 취하도록 하였다. 즉, FuzzyR 추론 적용 알고리즘을 통해 에이전트의 행동에 의해 이동한 상태가 퍼지 목적과 유사하다면 유사할수록 보다 큰 추론 결과 값을 얻게 된다는 것을 도출할 수 있다.



(그림 7) FuzzyR 추론 기반 온도 조절 시스템 구조

### 6. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 상황 인식에 근거한 보다 지능적인 서비스

제공을 위해 지능형 상황 인식 미들웨어에 기반한 퍼지 추론 모델을 제시하였다. 우선적으로 지능형 상황 인식 미들웨어의 요구사항을 파악하였고 이를 통해 보다 높은 차원의 상황 인식을 위해 추론되는 과정을 보았다. 추론 방법은 퍼지 이론을 이용하였으며 서비스 과정을 통해 모델을 구축하는 모습을 보였다. 또한 제시한 퍼지 추론을 스마트 자키에 적용하여 온도의 변화에 따른 퍼지 값을 추론하여 최적의 상태 값을 제시하여 온도와 같은 상황의 변화에 스마트 자키의 적응성을 보여주었다.

향후 연구 내용으로는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 내에서의 사용자의 행위와 제공 받은 서비스를 좀더 효과적으로 모니터링 하여, 시간과 공간을 고려한 상황 데이터들로 적절하게 클러스터링 하는 방법과 클러스터링 된 상황 데이터들로부터 사용자의 기호를 효율적으로 학습하는 방법을 연구할 것이다.

### 참 고 문 헌

[1] Harry Chen and Tim Finin, "An Ontology for Context Aware Pervasive Computing Environments", IJCAI 03, 2003  
 [2] 김지인, "유비쿼터스 컴퓨팅: 어떻게 할 것인가?", 정보과학회지, 제 21권, 제 5호, pp.5-17, 2003년 5월.  
 [3] Dey A.K., et al. "A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications," anchor article of a special issue on Context-Aware Computing, Human-Computer Interaction (HCI) Journal, Vol.16, 2001.  
 [4] Guanling Chen, Ming Li, David Kotz, "Design and Implementation of a Large-Scale Context Fusion Network," ubiquitous, pp. 246-255, First Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services (MobiQuitous'04), 2004.  
 [5] OWL Web Ontology Language Semantics and Abstract Syntax, <http://www.w3.org/TR/owl-semantics/>, W3C Recommendation 10 February 2004.  
 [6] Harry Chen, Tim Finin, and Anupam Joshi, "An Ontology for Context Aware Pervasive Computing Environments," In Proceedings of Workshop on Ontologies and Distributed Systems, in conjunction with IJCAI 2003 Conference, Acapulco, Mexico, August 2003.  
 [7] Anand Ranganathan, Roy H. Campbell, "A Middleware for Context-Aware Agents in Ubiquitous Computing Environments," In ACM/IFIP/USENIX International Middleware Conference, Rio de Janeiro, Brazil, 2003. 5월.  
 [8] Hyung-Min YOON, Woo-Shik KANG, Oh-Young KWON, Seong-Hun JEONG, Bum-Seok KANG, Tack-Don HAN, "Design of a Mobile Application Framework with Context Sensitivities", IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems, Vol. E89-D No. 2 pp. 508-515, 2006.  
 [9] M. Kumar, B. Shirazi, S. Das, B. Y. Sung D. Levine, "PICO: A Middleware Framework for Pervasive Computing", IEEE CS and IEEE Comsoc, 2003.

[10] Georg F. Luger, "Artificial Intelligence," Pearson Education Limited, pp.93-96, 2002.  
 [11] Tom Mitchell, Robert Armstrong, Dayne Freitag and Thorsten Joachimes, "WebWatcher : A Learning Apprentice for the World Wide Web," 1995 AAAI Spring Symposium on Information Gathering from Heterogeneous, Distributed Environments, Stanford, March, 1995.  
 [12] R. Fagin, "Combining Fuzzy Information from Multiple Systems", J. of Computer and System Sciences, Vol. 58, pp. 83-99, 1999.



### 안 호 인

e-mail : ahnhyoin@sookmyung.ac.kr  
 2005년 2월 숙명여자대학교 멀티미디어과학 학사  
 2005년 9월~현재 숙명여자대학교 멀티미디어 과학 석사 과정  
 관심분야: 미들웨어, 인공지능 퍼지 이론, 멀티미디어 시스템



### 윤 석 환

e-mail :  
 1992년 8월 품질관리기술사 자격 취득 (등록번호 : 92137010342V)  
 1996년 8월 아주대 대학원(공학박사, 정보시스템 전공)  
 1986년 1월~1997년 12월 한국전자통신

연구원 책임연구원  
 1998년 1월~2005년 2월 정보통신연구진흥원 책임연구원  
 1998년 1월~2002년 12월 한국정보처리학회 학회지 편집위원장 및 이사  
 2004년 1월~2005년 3월 한국콘텐츠학회 학회지 편집위원장 및 이사  
 2005년 4월~현재 ㈜펜타소프트테크놀로지 연구소장  
 2005년 4월~현재 ㈜다음기술 부사장(CTO)  
 2005년 9월~현재 숭실대학교 정보과학대학 겸임교수  
 2006년 9월~현재 서울벤처정보대학원대학교 겸임교수  
 관심분야: 정보시스템 설계 및 운용, 전자상거래, KMS, 데이터베이스, 개발방법론



### 윤 용 익

e-mail : yiyoon@sookmyung.ac.kr  
 1985년 2월 한국과학기술원 전산학과 석사 (전산학)  
 1994년 8월 한국과학기술원 전산학과 박사 (전산학)  
 1985년 1월~1997년 9월 한국전자통신연구원

책임연구원  
 1997년 9월~현재 숙명여자대학교 정보과학부 교수  
 2004년 7월~현재 미국 University of Colorado Visiting Professor  
 관심분야: 미들웨어, 멀티미디어 시스템, 모바일 시스템, 콘텐츠 전달 시스템, 임베디드 시스템, 실시간 시스템