

## 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황인식 미들웨어 설계

김효남\*, 박용\*\*

# Design of Context-Aware Middleware in Ubiquitous Computing Environment

Hyo-Nam Kim\*, Yong Park\*\*

### 요약

최근에 유비쿼터스라는 용어가 대중매체 등에서 사용되고 있고, 선진국에서는 이미 유비쿼터스 컴퓨팅의 상업화가 나타나고 있다. 현재 우리나라에서도 유비쿼터스 컴퓨팅 시대의 비즈니스 모델에 많은 연구를 하고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅은 언제, 어디서나 사용하는 컴퓨팅 환경을 지칭하는 말로 다양한 종류의 컴퓨터가 사람, 사물, 환경 속에 내재되어 있고, 이들이 서로 연결되어 필요한 곳에서 컴퓨팅을 구현할 수 있는 환경을 의미한다. 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 홈 네트워킹 시스템의 보다 효율적인 상황인식을 위한 서비스인프라 구조를 제시한다. 지금까지 연구된 상황인식 시스템은 지정된 공간에서 상황을 발생시키는 사용자를 식별하는 일과 식별된 사용자가 발생하는 상황의 인식에 주된 초점을 두고 있다. 그러나 본 논문에서는 보다 효율적인 상황인식을 위해서 구체적인 미들웨어 시스템 구조를 제시한다.

### Abstract

W These days, Ubiquitous is becoming a more popular tool in mass communications and in advanced countries ubiquitous computing is commercialized. In Korea, we have studied the business models of the ubiquitous computing generation as well. Ubiquitous computing is the environment in which humans and computers coexist and properly work together. I would like to present a service infrastructure for a more efficient context-awareness than computing home networking system in this monograph. In the mean time, they have focused the context-awareness system on identifying users in the designated space and recognition. But I would like to focus on the middleware system structure for more efficient recognition.

▶ Keyword : ubiquitous, ubiquitous computing, context, context-aware, home networking, middleware

• 제1저자 : 김효남

• 접수일 : 2005.09.02, 심사완료일 : 2005.10.15

\* 청강문화산업대학 컴퓨터소프트웨어과 부교수, \*\* 강원대학교 컴퓨터과학과 박사과정

## I. 서론

최근에 가장 각광을 받고 있는 기술은 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)이다. 90년대 후반 국내에 소개된 유비쿼터스라는 용어가 대중매체 등에서 일상적으로 사용되고 있고, 선진국에서는 이미 유비쿼터스 컴퓨팅의 상업화가 나타나고 있다. 현재 우리나라에서도 유비쿼터스 컴퓨팅 시대의 비즈니스 모델에 많은 연구를 하고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅은 언제, 어디서나 사용하는 컴퓨팅 환경을 지칭하는 말로 다양한 종류의 컴퓨터가 사람, 사물, 환경 속에 내재되어 있어서, 이들이 서로 연결되어 필요한 곳에서 컴퓨팅을 구현할 수 있는 환경을 의미한다.[8] 즉, 유비쿼터스 컴퓨팅이 지향하는 궁극적인 모습은 전구나 수도와 마찬가지로 자유롭고 쉽게 컴퓨터를 사용하는 환경이다. 현재의 컴퓨팅은 계산이 중심이며 인간이 컴퓨터를 위해 센싱 및 인터페이스 기능을 제공해야 한다. 그러나 유비쿼터스 컴퓨팅은 컴퓨터가 필요한 정보를 센싱하고 사용자에게 맞게 인터페이스를 제공하는 것이다. 이와 유사한 개념으로는 스머드는 컴퓨팅(Pervasive Computing), 사라지는 컴퓨팅(Disappearing Computing), 보이지 않는 컴퓨팅(Invisible Computing), 조용한 컴퓨팅(Calm Computing)으로 많이 사용되고 있다[1, 7].

이러한 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)을 구현하기 위해서는 3가지 특징이 요구된다. 첫째, 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)을 위한 네트워크 접속이 가능해야 한다. 유비쿼터스 컴퓨팅은 기본적으로 네트워킹이 가능한 상황에서 여러 장소를 이동하면서 사용자에게 컴퓨터가 그 사람이 요구하는 적절한 서비스를 제공하기 위해서는 네트워킹(Networking)이 필수적이다. 둘째, 사용자가 컴퓨터를 사용한다는 인식이 없어야 한다(Invisible). 물리적 공간에 컴퓨터들이 편재되어 있지만 이것이 사용자에게는 컴퓨터로서 걸모습이 드러나지 않도록 해야 한다. 즉, 물리적 환경에 컴퓨터들이 효과적으로 내재되고 통합되도록 하여 사용자는 새로운 기계에 대한 학습이 필요 없이 누구나 사용할 수 있어야 한다. 셋째, 상황(Context)에 따른 서비스가 제공되어야 한다. 현재위치, 사용자의 ID, 디바이스 ID와 상태, 물리적인 주변 환경(시간, 온도, 습도, 밝기,

날씨 등) 등의 상황을 이용하여 컴퓨터 스스로가 적절한 서비스를 제공해야 한다. 즉, 사용되는 환경에 따라 적합한 서비스를 제공하는 것이다.

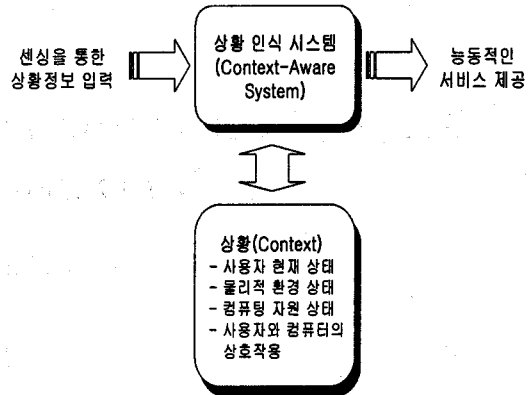


그림 1. 상황인식 시스템의 구성도  
Fig 1. Structure of a context-aware system

본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing) 환경의 홈 네트워킹 시스템의 보다 효율적인 상황인식(Context-Awareness)을 위한 서비스인프라 구조를 제시한다. 지금까지 연구된 상황인식 시스템은 지정된 공간에서 상황을 발생시키는 사용자를 식별하는 일과 식별된 사용자가 발생하는 상황의 인식(Recognition)에 주된 초점을 두고 있다. 그러나 본 논문에서는 보다 효율적인 상황인식을 위해서 구체적인 미들웨어 시스템 구조를 제시한다.

## II. 관련 연구

### 2.1 ServiceGlobe

ServiceGlobe은 TU 뮌헨(2002~)에서 주관하여 고객 단말의 종류, 스크린 해상도 및 지원 색상수, 고객의 위치 등의 상황정보를 사용한 것으로 상황인식 웹 서비스 플랫폼(Context Model, Context transmission, Context processing)이다. 다양하고 이질적인 고객 단말과 고객의 위치 등과 같은 상황정보를 고려하여 더욱 좋은 상황인식 웹 서비스 제공이 목적이다. 예를 들어 'MyBook' 데모 서

비스는 아마존 사이트에서 상품을 검색할 경우에 고객 단말의 스크린 해상도와 지원 색상수, 네트워크 접속방법 등의 상황 정보를 이용하여 적절한 검색 결과를 전송해 준다. 또한, 고객의 위치를 고려해서 가격 정보를 전송할 때 자동으로 통화 단위를 변경하여 전송한다. ServiceGlobe는 상황인식 웹 서비스를 위한 플랫폼이며 Java로 구현되었다. 또한, XML, SOAP, UDDI, WSDL 등의 표준에 기반하고 있다. (그림 1)은 ServiceGlobe 플랫폼에서 상황정보의 처리 절차를 보여준다. 고객의 상황정보는 SOAP을 통해서 서비스 플랫폼으로 전송되고, 서비스 플랫폼에서는 상황정보를 추출하고 처리하여 고객의 상황에 적절한 서비스를 제공한다(2).

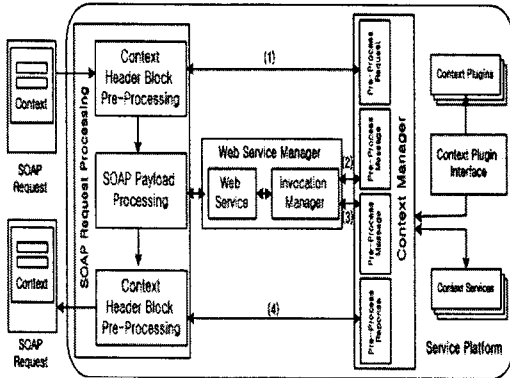


그림 2. ServiceGlobe에서 상황정보 처리 절차  
Fig. 2. Context-aware information processing in ServiceGlobe

### 2.2 Scarlet 상황인식 인프라구조

Scarlet은 Illinois 기술 연구소('03)에서 주관하여 이질적 플랫폼간의 상황정보 교환을 위해서 개발되었다. Scarlet에서는 상황인식 컴퓨팅 환경의 모든 측면을 다루지는 않고, 응용에 상황정보를 제공하는 방법에 대한 문제에만 역점을 두고 있다. 특히, 이질적인 플랫폼간의 상황정보 전송을 위해 연구를 하였다. 또한, Scarlet은 SOAP과 WSDL을 이용하여 플랫폼간의 호환성을 유지하였다. (그림 2)는 Scarlet의 구조를 보여준다. 센서 노드와 휴대용 PC간의 상황정보는 Scarlet 인프라의 SOAP을 통해서 전송되고, 이용 가능한 웹 서비스는 WSDL을 이용한다(3).

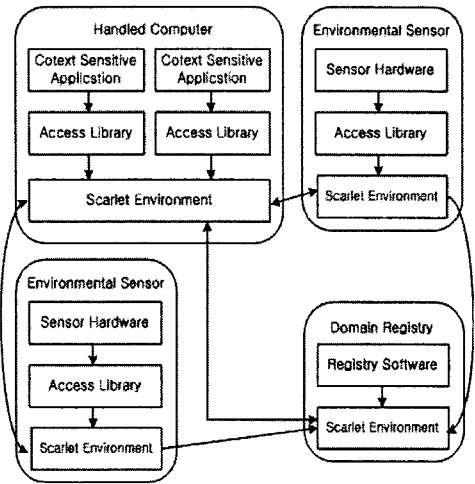


그림 3. Scarlet 구조도  
Fig. 3 Scarlet structure

### 2.3 Gaia(Context Infrastructure)

Gaia는 Illinois 대학('04)에서 주관하였으며 상황인식 서비스 구조로 개발되었다. Gaia는 다양한 상황정보를 얻어서 추론할 수 있게 해준다. Gaia의 구조는 (그림 3)에 나타내었다. Context Provider는 센서나 데이터 소스로부터 상황정보를 수집하여 응용에 제공한다. Context Synthesizer는 Context Provider에서 수집한 상황정보를 상위개념의 상황정보로 추론하고 추상화하여 응용에 제공한다. Context Provider Lookup Service는 상황정보를 제공하는 Context Provider를 알려준다. Context History는 이전의 상황정보 이력들을 기록하고 있는 데이터베이스이며, Context Consumer는 상황정보를 사용하는 응용 서비스이다(4).

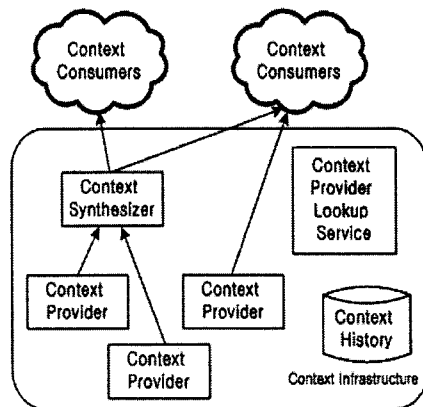


그림 4. Gaia 상황인식 서비스 구조  
Fig. 4. Context-aware service structure in Gaia

## 2.4 SOCAM

### (Service-oriented Context-aware Middleware)

SOCAM은 Singapore 국립대학('04)에서 주관하였으며 상황인식 모바일 서비스를 위한 미들웨어로 개발되었다. 상황인식 서비스와 시스템 개발을 쉽게 하기 위해 SOCAM을 제안했다. 또한, 미들웨어 내의 상황정보 모델링을 위해서 OWL(Web Ontology Language)를 제안했다. SOCAM은 여러 컴포넌트로 구성되어 있다. 상황정보 제공자(Context Providers)는 다양한 상황정보를 추상화한다. 또한, OWL로 표현되어 다른 서비스 컴포넌트에서 사용되고 공유될 수 있다. 상황정보 번역자(Context Interpreter)는 상황정보에 대한 논리적인 추론 서비스를 제공한다. 상황정보 데이터베이스(Context Database)는 각각의 하부 도메인에 있는 상황정보 온톨로지(ontology)와 인스턴스를 저장하고 있다. 상황인식 서비스(Context-aware Services)는 다양한 레벨의 상황정보를 고려하여 현재 상황에 적절한 서비스를 제공한다. 서비스 위치 서비스(Service Locating Service)는 상황정보 제공자와 상황정보 번역자의 위치를 알려주며, 사용자나 응용이 서비스를 위치시킬 수 있도록 해준다[5]. (그림 4)는 SOCAM의 상황인식 서비스 구조를 보여준다.

환경은 다양한 접속 네트워크, 서비스, 그리고 장치 등과 상호작용이 빈번하게 발생한다. 이러한 이동컴퓨팅 환경에서 접속 제어 및 권한 부여와 같은 보안 서비스는 투명하게 제공되어야 한다.[9] 특히, 상황인식 인증(context-aware authentication)은 생체인식 기술이나 Active Badge 등과 같은 센서를 이용한다. 이러한 센서를 통하여 사용자의 ID, 위치, 그리고 역할 등을 인식하고 사용자를 인증한다. CASA는 상황인식 보안 서비스 인프라를 제공하며, Java로 구현되었다. 또한, 정책 설정을 위한 GPD(Generalized Policy Definition Language)과 사용자 인식, 시간, 그리고 장소 등에 따라서 적절한 권한 부여를 위해 GRBAC(Generalized Role-Based Access Control) 모델을 제안하고 있다[6].

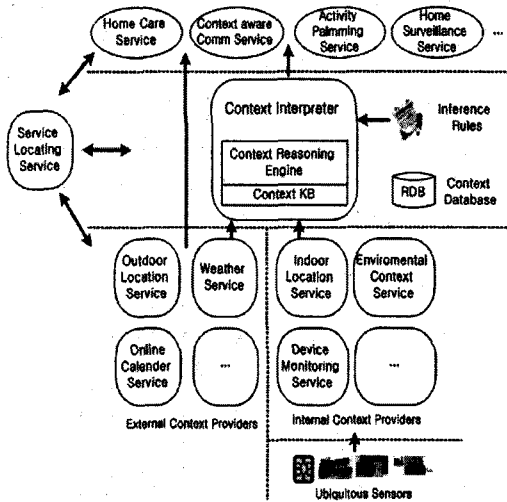


그림 5. SOCAM 상황인식 서비스 구조  
Fig. 5. Context-aware service structure in SOCAM

## 2.5 CASA(Context-Aware Security Architecture)

CASA는 Georgia 기술 연구소('02)에서 주관하였으며 보안과 관련된 사용자 정보(사용자 생체정보, 위치정보)를 처리하는 미들웨어 레벨의 보안 플랫폼이다. 이동 컴퓨팅

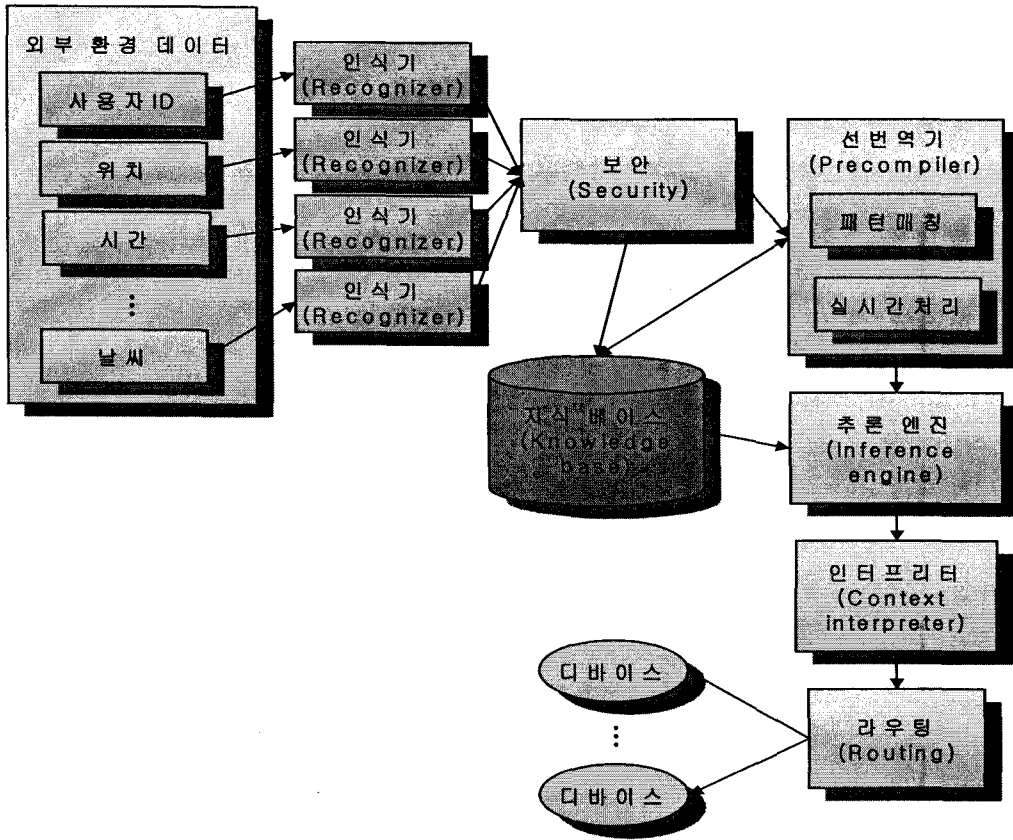


그림 6. 상황인식 미들웨어 시스템 구조  
 Fig. 6. Context-aware middleware system structure

### III. 상황인식 미들웨어 설계

본 논문에서 제안하는 유비쿼터스 환경의 홈 네트워크 시스템에서 효율적인 상황을 처리하는 상황인식 미들웨어 시스템의 구조는 (그림 6)과 같다.

상황인식 미들웨어 시스템의 동작은 외부 환경 데이터(사용자ID, 위치, 시간, 날씨 등)를 환경에 편재(Omnipresent)되어 있는 센서를 이용하여 센싱(Sensing)한 다음 적절한 인식기를 통하여 상황인식 미들웨어 시스템이 인식할 수 있

는 일정한 형태의 값으로 변환한다. 여기서 인식의 종류로는 사용자의 위치를 판별해 주는 위치 인식기, 시간을 나타내는 타이머 또는 논리적 카운터기, 날씨, 온도, 습도 등의 정보를 나타내는 날씨 인식기, 사람의 행위(Action) 동작을 인식해 주는 행위 인식기로 나눌 수 있다. 인식기를 통해 변환된 형태는 (그림 7)과 같은 형태를 가진다.

본 논문에서는 센서를 통해서 더 빠른 처리와 저렴한 비용의 하드웨어 구성에 대하여 초점을 맞추지 않고 미들웨어 시스템 설계에 대해서만 다룬다. 저렴한 비용으로 외부 상황 데이터를 인식하는 기술 분야는 지금 한창 유비쿼터스 컴퓨터 시스템에서 연구되고 있는 분야이다.

변환된 데이터는 보안 시스템을 통해 관련 없는 사용자들에 대한 서비스를 무시할 수 있도록 하는 역할을 한다.

User ID	Location	Time	Action	Weather	Realtime
u1	거실	오전	손동작	좋음	True
u2	방	오후	발동작	흐림	False
u3	현관	저녁	몸동작	비	
		새벽	머리동작	눈	
			눈동작	안개	
				바람	
				천둥, 번개	

그림 7. 인식기의 출력 형태  
Fig. 7. Output form of recognizer

물론 모든 사람을 대상으로 서비스를 수행할 수 있지만 (그림 7)에서 보는 것처럼 본 논문에서는 신분 확인된 사용자를 대상으로 서비스를 수행하게 된다.

사용자를 인식하는 방법으로는

첫째, 가장 간단하게 키보드를 통해 사용자가 공간에 들어갈 때는 사용자 아이디와 패스워드를 입력하여 인식하는 방법.

둘째, RFID(Radio Frequency IDentification) 칩에 사용자 정보를 입력하여 RFID 인식기를 통해 인식하는 방법.

셋째, 휴대폰이나 PDA를 이용하여 사용자를 기존 무선 망을 이용하여 인식하는 방법.

넷째, 카메라를 이용한 얼굴 인식을 통해서 사용자를 인식하는 방법.

다섯째, 홍채 인식, 지문 인식, 음성 인식 등의 생체 인식을 이용한 사용자 인식 방법.

보안 시스템을 통과한 데이터는 선번역기 시스템을 통과하여 외부 환경으로부터 센싱한 관련 데이터가 지식 베이스(Knowledge Base)에서 존재하는지에 대한 판단을 수행하게 된다. 이러한 목적은 처음 지식 베이스가 완전한 상황에 대한 형태를 취하는 것이 아니라 중요 상황에 대한 지식만 가지고 있다. 그래서 모든 수행과정을 거쳐서 상황에 대한 적절한 지식을 찾는 것이 아니라 선번역기에서 미리 센싱에 대한 관련 지식을 찾아 처리함으로써 보다 빠른 상황 인식을 제공할 수 있다. 뿐만 아니라 실시간 처리를 위한 처리 부를 두어 사용자가 실시간 처리를 요구할 때 다른 프로세스보다 보다 높은 우선순위를 부여하여 상황인식 과정을 수행한다. 실시간 처리 요구는 사용자의 행위(Action)에 따라 분류할 수 있다. 즉 일반적인 행위는 손동작, 발동작, 몸동작 등이 있지만, 실시간 처리를 위해서는 약속된 행위를 함으로써 상황 인식기가 실시간 처리를 수행하게 된다. 본 논문에서는 두 눈을 지정 시간만큼 감는 것으로 실시간 처리를 요구하고 있다. 적절한 상황을 지식 베이스에서 찾았다면 추론 엔진에서는 지식 베이스에 저장된 데이터 이용하여 적절한 형태의 데이터 추론을 통한 지식을 추출하게 된다. 지식 베이스에 존재하는 지식의 형태는 (그림 8)과 같은 "if-then-end if"의 rule-base 형태를 가진다.

```

if u1 and 거실 then
  if 오전 and 흐림 then
    if 손동작 then
      turn on TV
    end if
    if 발동작 then
      turn off TV
    end if
  end if
end if
    
```

그림 8. 지식의 형태  
Fig 8. Form of the knowledge

추론 엔진으로부터 넘겨받은 지식을 인터프리터에서는 데이터를 해석하여 어느 사용자에게 어떤 처리를 해야 할지에 대한 정보를 종합하는 역할뿐만 아니라, 실행 시 보다 최적화된 정보를 통해 실행 준비시간을 단축시켜 성능 향상에도 영향을 미친다. 인터프리터에서 산출된 정보에는 어떤 디바이스에서 어떠한 행위에 대한 정보를 가지고 있으므로 라우터를 통해서 적절한 외부 디바이스가 수행되게 하여 원하는 결과를 얻을 수 있다.

본 논문에서 제시한 상황인식 미들웨어 구조는 기존의 상황인식 미들웨어 대부분이 사용자 인식과 사용자의 행동에 대한 인식 그리고 효율적인 수행에 대부분을 차지하고 있다. 그러나 본 논문에서는 다음과 같은 장점을 제공하고 있다.

- 첫째, 더 효율적인 상황인식 처리를 위해 선번역기를 두어 인간의 행동에 대하여 지식 베이스에 그러한 룰(rule)이 존재하는지 미리 판별하여 없으면 메시지를 출력하고 더 이상의 단계를 수행하지 않으므로 효율적인 처리를 제공한다.
- 둘째, 실시간 처리를 요구하면 상황 인식기에서는 이러한 상황을 인식하여 다른 프로세스보다 선번역기가 더 높은 우선순위를 부여하여 프로세스를 수행하게 된다.
- 셋째, 보안을 제공한다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 네트워크 공간을 기반으로 하는 시스템이다. 이런 이유로 보안 문제가 큰 이슈(issue)가 되고 있다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing) 환경의 홈 네트워크 시스템의 보다 효율적인 상황인식(Context-Awareness)을 위한 서비스인프라 구조를 제시하였다. 지금까지 연구된 상황인식 시스템은 지정된 공간에서 상황을 발생시키는 사용자를 식별하는 일과 식별된 사용자가 발생하는 상황의 인식에 주된 초점을 두고 있다. 그러나 본 논문에서는 이러한 상황 인식에 보안성을 제공하는 보안 시스템, 보다 효율적인 처리를 위한 선번역기 시스템 그리고 방대한 지식 베이스로부터 최적의 상황 정보를 산출해 주는 추론 엔진 등의 부분으로 나누어 효율적인 처리와 상황인식 미들웨어 시스템의 전반적인 구조를 설계하였다.

앞으로 본 논문에서 제안한 모델링을 기초로 가정환경에서의 상황인식 기반 서비스를 위한 여러 가지 시나리오를 구현하고, 사용자에게 상황정보를 이용하여 보다 능동적인 서비스를 제공하기 위한 인터페이스 개발, 지식 베이스에 효율적인 지식을 표현, 사용자 인식 방법, 실시간 처리 방법 등이 향후 연구 방향이 될 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 김재운, "유비쿼터스 컴퓨팅 : 비즈니스 모델과 전망," 삼성경제연구소 Issue Paper, 2003.12.16.
- [2] The ServiceGlobe Project, <http://www.db.fmi.uni-passau.de/projects/sg/>
- [3] Abhay Daftari, Nehal Mehta, Shubhanan Bakre and Xian-He Sun, "On the Design Framework of Context Aware Embedded Systems," Monterey Workshop on Software Engineering for Embedded Systems: From Requirements to Implementation, 2003.
- [4] Gregory Biegel and Vinny Cahill, "A Framework for Developing Mobile, Context-aware Applications," IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom), 2004.
- [5] T. Gu, H.K. Pung and D.Q. Zhang, "A Middleware for Building Context-Aware Mobile Services," In Proceedings of IEEE Vehicular Technology Conference(VTC), 2004.
- [6] Michael J. Covington, Prahlad Fogla, Zhiyuan Zhan, and Mustaque Ahamad, "Context-aware Security Architecture for Emerging Applications," Security Applications Conference(ACSAC), 2002.
- [7] 김재호, 신경철, "상황인식 서비스 기술 연구 동향," ETRI 주간기술동향, 2004.12.
- [8] 김경우 "유비쿼터스 컴퓨팅의 실체와 발전에 관한 연구", 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제9권4호. 2004.12
- [9] 노경택, 김혜영 "이동성이 잦은 Mobile IP를 위한 효율적인 연결 설정 기법", 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제9권4호. 2004. 12

저자 소개



**김 효 남**  
1988 홍익대학교 전자계산학과  
(이공학사)  
1990 홍익대학교 전자계산학과  
(이공석사)  
2002 홍익대학교 전자계산학과 박사  
수료  
현재 청강문화산업대학 컴퓨터소프트  
웨어과 부교수  
〈관심분야〉 OOP, Mobile, 컴퓨터  
보안, 유비쿼터스



**박 응**  
1995 원광대학교 컴퓨터공학과(학사)  
1998 홍익대학교 전자계산학과 (석사)  
2004~현재 강원대학교 컴퓨터과학  
과 박사과정  
2001~현재 P & C Tech 연구원  
〈관심분야〉 유비쿼터스, 데이터베이스,  
컴퓨터 보안, 멀티미디어