

맥락의 정의와 모델링에 관한 연구 동향 및 전망*

홍동표* · 우운택*

1. 서 론

사람-컴퓨터 상호작용의 관점에서 보면, 사용자와 컴퓨터간의 원활한 의사소통을 위해서 사용자에게 보다 자연스러운 사용자 인터페이스를 제공하려는 많은 연구가 진행되어 왔다. 그럼에도 불구하고, 컴퓨터와의 상호작용에 있어서 사용자는 여전히 자신의 명확한 입력을 통해서 컴퓨터와 상호작용을 하고 있다. 따라서 명확한 사용자의 입력뿐만 아니라 사용자와 관련된 다른 정보들도 함께 활용하여, 사용자와 컴퓨터간의 상호작용을 보다 자연스럽게 지원하려는 연구들이 시작 되었으며, 그 중 하나가 맥락 (context) 인식 컴퓨팅 연구 분야이다[1-3]. 즉, 사람과 사람의 의사소통에서처럼 사람은 자신의 감각 기관을 통해서 인지한 직접적인 상황 정보뿐만 아니라 이전의 경험등과 같은 간접적인 정보를 활용하여 상대방과 보다 원활한 의사소통을 하듯이, 맥락 인식 컴퓨팅에서도 사용자의 직·간접적인 상황 정보를 사용자와 컴퓨터간의 의사소통에 활용하여 보다 자연스러운 상호작용을 지원하려고 한다. 이와 같은 노력은 궁극적으로 사용자가 컴퓨터를 조작하는데 보내는 시간보다 컴퓨터를 활용하여 원하는 일을

수행하는데 집중할 수 있기 때문에, 보다 일의 능력을 높일 수 있다[4-6]. 또한, 사람과 컴퓨터간의 상호작용에 맥락을 활용하려는 연구는 유비쿼터스 컴퓨팅 개념의 확산과 더불어 유비쿼터스 컴퓨팅 분야뿐만 아니라 다양한 연구 분야에서 재조명되고 있다. 하지만, 맥락에 대한 정의와 맥락을 모델링하는 방법들에 대한 많은 연구가 진행되고 있지만, 아직 구체적인 표준이 마련되고 있지 않은 상태이다. 따라서 본 논문에서는 다양한 연구 분야에서 정의한 맥락과 맥락을 모델링하는 기법들에 대해서 살펴보고, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 사용자 상호작용에 활용될 수 있는 맥락에 대한 정의는 무엇인지, 그리고 이를 모델링하기 위해서 필요한 요소들은 무엇인지 살펴본다.

이미 맥락에 대한 정의는 많은 연구에서 찾아볼 수 있다. 하지만, 어떤 관점 (예, 사용자, 서비스, 센서 등)에서 혹은 어떤 요소들 (예, 시간, 위치, 컴퓨팅 자원 등)을 맥락으로 보는지에 따라서 다양하게 맥락을 정의하고 있다. 대부분의 초기 인공 지능 분야에서는 맥락을 논리적 추론이 용이한 형태의 정보를 표현할 수 있는 것으로 정의하고 있다[7-9]. 이후, 맥락 인식 컴퓨팅 분야가 소개되면서, Schilit (1994)는 그의 연구에서 맥락을 위치, 사용자 주변의 개체, 그리고 그 개체에 대한 변화로 정의하였다[1]. Pascoe (1998)는 특정 개

* 광주과학기술원 정보통신공학과 U-VR 연구실 (GIST U-VR Lab.)

※본 연구는 정보통신부의 선도기반 기술 사업 지원에 의해 수행되었음

체에 대한 관심의 물리적, 개념적 상태에 대한 집합으로 맥락에 대해 정의하였다[10]. Schmidt (1999)는 사용자와 IT장치의 상태, 그리고 환경에 대한 정보 및 위치를 맥락으로 정의하였다[11]. Dey (2001)는 개체의 상황을 기술할 수 있는 모든 정보를 맥락으로 정의하였으며, 이때 개체는 사람, 장소 그리고 객체가 될 수 있다고 하였다[2]. Strang (2003)도 Dey와 유사하게 맥락을 정의하고 있다[12]. 이와 같이 각자 서로 다르게 맥락을 정의하고 있지만, 맥락을 정의하는 궁극적인 목적은 사용자와 컴퓨터간의 상호작용을 보다 더 원활하게 하기위한 통일된 프로토콜을 제공하는데 있다. 따라서 통일된 프로토콜로써 맥락을 모델링하려는 노력들이 있었다[13,14]. 대표적인 맥락 모델의 분류는 Strang(2004)이 분류한 Key-Value 모델, Markup Scheme 모델, 그래픽적 모델, 객체 지향적 모델, 논리 기반 모델 그리고 온톨로지 기반 모델로 분류할 수 있다. 하지만, 기존의 맥락 모델링 방법들은 특정 센서나 특정 애플리케이션에 의존적이다. 따라서 보다 정형화된 맥락에 대한 정의와 이를 통일된 형태로 해석할 수 있는 맥락 모델링 기법이 필요하다. 기존 연구들에서 언급된 맥락에 대한 정의와 맥락 모델링 기법들은 각각 2장과 3장에서 자세히 설명하기로 한다.

따라서 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 모바일 사용자와 애플리케이션 간의 자연스러운 상호작용을 지원할 수 있는 사용자 중심의 맥락을 정의하고, 이를 모델링하기 위해서 필요한 요소들을 제안한다. 본 논문에서 전망하는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 컴퓨팅 자원들은 사용자의 직접적인 입력뿐만 아니라, 사용자의 선호도나 의도 같은 정보도 이해할 수 있는 정도의 지능이 있다고 가정한다. 따라서 사용자가 필요로 하는 서비스를 적절하게 제공하기 위해서는, 환경 스스

로가 사용자의 맥락을 입력으로 받아들이고, 처리할 수 있어야만 개인화된 서비스뿐만 아니라 자연스러운 사용자 상호작용을 지원할 수 있다. 결국, 이를 위해서는 우선 사용자와 관련된 맥락이 무엇인지 정의되어야 하고, 또한 다양한 애플리케이션들에 적용되기 위해서는 통일된 형태의 맥락으로 모델링 되어야 한다. 본 논문에서는 이와 같이 사용자와 관련된 맥락을 사용자가 특정 애플리케이션과 상호작용할 때 발생하는 모든 정보를 사용자 중심의 맥락으로 정의한다. 제안된 사용자 중심의 맥락은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자와 해당 애플리케이션 간에 발생하는 정보만을 정의함으로써 기존의 맥락 정의들에 비해서 보다 실질적인 사용자 상호작용을 지원할 수 있는 맥락 정의이다. 또한, 기존의 맥락 모델들에서는 정의된 맥락을 모델링하기 위해서 필요한 요소들을 제시하지 못하였기 때문에 맥락 모델을 정량적으로 평가하기에 어려움이 있었다. 하지만, 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자의 상호작용을 지원하기 위한 맥락 모델링의 특징들을 다음과 같이 제안한다. 1) 통일된 맥락 해석 방법 제공, 2) 다양한 애플리케이션에서도 활용될 수 있는 상호 연계성, 3) 맥락 요소들 간의 관계성을 통한 추론의 용이성, 4) 기초적인 온톨로지 제공을 통한 의미 분석의 용이성, 그리고 5) 개인 정보가 담긴 맥락의 보호 기능이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존 연구에서 제안된 맥락에 대한 정의들과 이를 활용한 시스템들에 대해서 살펴본다. 3장에서는 기존의 맥락 모델링 방법들에 대해서 살펴본 뒤, 4장에서는 사용자 중심의 맥락을 정의하고, 정의된 맥락을 모델링하는데 필요한 요소들을 제안한다. 마지막으로 5장에서는 맥락 모델링에 관한 향후 연구 방향에 대한 것으로 결론을 맺는다.

2. 맥락 정의와 맥락을 활용한 관련 연구들

맥락을 모델링하기 위해서는 무엇을 모델링할 것인가를 우선 결정해야하기 때문에, 맥락에 대한 정의와 활용 방법에 대한 조사는 맥락 모델링에 있어서 필요한 단계로 요구된다. 이미, Chen 과 Kotz (2000)는 이전 연구들에서 제안된 맥락 정의들과 이를 활용한 연구들에 대한 동향들을 조사한 바가 있지만, 대부분 모바일 컴퓨팅 분야에서 활용된 연구들이었다[15]. Dey 와 Abowd (2000)도 맥락 인식과 관련된 그들의 연구에서 다양한 맥락 정의들에 대해서 기술하였다[2]. 뿐만 아니라, 유비쿼터스 컴퓨팅이나 맥락 인식 컴퓨팅 이전에도 인공 지능과 같은 연구 분야에서도 폭넓게 맥락을 정의하고 활용하였다[7-9]. 따라서 본 장에서는 유비쿼터스 컴퓨팅과 맥락 인식 컴퓨팅 분야뿐만 아니라, 인공 지능과 같이 다양한 연구 분야에서 정의한 맥락들과 이를 활용한 시스템이나 그 예들을 살펴본다.

2.1 맥락 (Context)에 대한 정의

맥락의 사전적 의미는 문장의 문맥, 혹은 사건 따위의 정황(情況)을 나타내는 용어이다. 이와 같이 맥락의 정의가 추상적이고 포괄적이기 때문에, 맥락에 대한 이해와 활용은 관련 연구에 따라 다소 자의적이며 다양하다.

맥락을 구체적으로 고려하기 시작한 연구 분야는 아마도 자연어 처리 연구 분야가 처음일 것이다. 하지만, 이와 같은 연구 분야에서도 여전히 맥락을 하나의 통일된 개념으로 표현하기에는 여전히 어려움이 있었지만, 맥락은 추론, 단편적인 정보의 통합, 그리고 학습을 향상시킬 수 있도록 제공되어야 한다는 동의가 있었다[7,8]. 초기 인공 지능과 컴퓨터 비전 같은 연구 분야에서도 주어진

정보로부터 보다 쉽게 해석하거나 추론하기 위해서 맥락과 관련된 연구를 진행하였다. 예를 들면, 기계 학습(machine learning) 분야에서는 객체의 개념적 분류를 위해서 맥락을 환경적 정보로 다루었으며, 인공 지능 분야에서는 맥락을 관리 가능한 형태의 지식을 분할하는 방법이나 추론을 도울 수 있는 논리적 생성자로 보았다[9].

맥락 인식 컴퓨팅에 대한 소개는 Schilit와 Theimer (1994)에 의해 처음 소개되었으며, 맥락을 위치, 사용자 주변의 개체, 그리고 그 개체에 대한 변화로 정의하였다[1]. 즉, 사용자가 어디에 있는지, 누구와 함께 있는지 그리고 어떤 자원 근처에 있는지를 맥락의 주요 요소로 보았다. 그리고 맥락 인식 컴퓨팅을 모바일 사용자의 애플리케이션들이 사용자가 처한 상황의 변화에 반응하는 것으로 정의하였다. 하지만, 위치 정보와 같은 구체적인 예를 통해 맥락을 정의하였기 때문에, 그들의 정의를 다양한 애플리케이션에 일반적으로 활용하는데 어려운 점이 있다.

Pascoe (1998)는 관심 있는 특정 개체에 대한 물리적, 개념적 상태의 집합으로 맥락을 정의하였다[10]. 또한, 맥락의 상태는 특정 객체와 연관되지 않으면 존재하지 않는 것으로 정의하였다. 예를 들면, 위치 상태는 특정 객체의 속성으로 취급되지 않는다면, 그 자체만으로는 의미가 없다. 하지만, 이와 같은 맥락의 정의는 개체 혹은 객체의 상태를 표현함에 있어서 제한적이며, 개체나 객체의 종류에 따라서 다른 표현을 갖게 됨으로써 궁극적으로 맥락을 처리할 때 변환 과정을 요구하게 된다. 따라서 맥락 카탈로그(context catalog)와 같은 장치를 마련하게 된 이유이기도 하다.

Schmidt (1999)는 사용자와 IT장치의 상태, 그리고 환경에 대한 정보 및 위치를 맥락으로 정의하였다[11]. 특히, 모바일 컴퓨팅에서의 맥락 인식

은 사용자 주변의 물리적 환경에 대한 인식으로 보고, 위치뿐만 아니라 울트라-모바일 장치를 통해 획득할 수 있는 정보들도 추가되어야 한다고 주장하였다. 뿐만 아니라, 맥락을 휴먼-요소와 환경-요소로 구분하여 계층적 맥락 특징 공간(Context Feature Space)을 개발하였다. 이 공간에서, 휴먼-요소는 사용자, 사회적 환경, 일(Task)로 세분화하고, 환경-요소는 조건, 인프라 그리고 위치로 세분화 하였다. 그리고 시간의 변화를 반영할 수 있는 히스토리를 추가적인 맥락 요소로 정의하였다. 하지만, 시간에 따라 통합된 맥락을 구성할 수 있지만, 통합된 맥락을 통해 상위 맥락을 추론하기에는 맥락들 간의 관계성이나 맥락의 요소들을 명확히 구분하기에는 어려움이 있다.

Dey (2000)는 개체의 상황을 기술할 수 있는 모든 정보를 맥락으로 정의하였으며, 이때 개체에 속하는 대상은 사람, 장소 그리고 객체가 될 수 있다고 정의하였다[2]. 이와 같이 정의한 맥락은 다양한 정보들을 맥락으로 표현할 수 있지만, 맥락으로 표현된 정보들은 단편적인 정보만을 갖고 있기 때문에 맥락으로 표현된 정보들 간의 관계성을 찾기 힘들다.

Chen과 Kotz (2002)는 모바일 컴퓨팅에서의 맥락은 이전의 맥락에 대한 정의와는 다른 2가지 측면들이 있다고 주장 하였다. 하나는 맥락이 모바일 애플리케이션의 실행을 결정하는 주변 환경의 특징들을 포함하는 것이고, 다른 하나는 애플리케이션과 관련은 있지만 필수적인 요소가 아닌 것들을 나타내는 것으로 정의하고 있다. 전자의 경우를 능동적 맥락으로 보고, 후자의 경우를 수동적 맥락으로 구분하였다[15].

Lieberman과 Selker (2000)는 맥락을 계산에 영향을 주는 명시적인 입력과 출력을 제외한 모든

것으로 정의하였다[6]. 사용자의 상태, 물리적 환경의 상태, 컴퓨팅 환경의 상태 그리고 사용자-컴퓨터-환경의 상호작용에 대한 기록 히스토리를 구체적인 맥락의 예로 보였다. 또한, 맥락 기반 애플리케이션의 출력이 다시 입력이 되는 반복적 구조를 가져야한다고 주장하였다. 그리고 맥락을 사용자, 일 그리고 시스템으로 분류하였다.

살펴 본 바와 같이, 다양한 연구 분야에서 다양한 의미로 맥락을 정의하고 있다. 하지만, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자와 애플리케이션 간의 상호작용에 있어서 사용자 정보뿐만 아니라 환경 정보등과 같이 포괄적인 내용을 맥락으로 정의하고 있기 때문에, 사용자의 상호작용을 위한 맥락 모델링에 어려움이 있다. 따라서 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자의 상호작용을 지원하기 위한 보다 구체적이고 활용 가능한 형태의 맥락 정의와 모델이 필요하다.

2.2 맥락을 활용한 관련 연구들

맥락에 대한 정의는 2.1절에서 살펴보았듯이, 관련 연구에 따라서 혹은 응용 분야에 따라서 각자 서로 다르게 정의하고 사용하고 있다. 따라서 본 절에서는 맥락을 활용한 대표적인 시스템들을 통해서 필요한 맥락의 요소들이 무엇인지 살펴보고, 맥락 모델링에 활용할 수 있도록 한다[16,17].

초기 맥락 인식 응용 프로그램들을 살펴보면, 사용자의 위치에 따라 걸려온 전화를 포워딩해주는 Active Badge 시스템, 업무와 관련된 일을 PDA에 기반하여 도와주는 ParcTab 시스템 등이 있다[18,1]. 그리고 최근까지 MIT의 Oxygen, CMU의 Aura, Berkeley의 GUIR등 맥락을 활용한 연구가 진행되고 있다[19-21]. 다음은 보다 구체적인 맥락을 활용한 시스템이나 애플리케이션들이다.

Active Map Service (AMS)는 키-값(key-value)의 쌍으로써 위치에 기반 한 객체를 나타낸다. 클라이언트가 공유하고자 하는 정보는 위치에 기반 한 객체 등록을 통해서 저장될 수 있으며, 위치를 계층구조로 표현하였다 (예: Region-Buildings-Floors-Rooms-Located Objects)[22].

Context Information Service (CIS, 1998)는 맥락 정보 획득의 어려움을 극복할 수 있는 시스템으로 제안되었다[23]. CIS는 사용자의 착용형 컴퓨터에 설치되어, 클라이언트가 데이터 형식이나 센서의 인터페이스에 상관없이 맥락 정보를 획득, 조작 그리고 모델링할 수 있는 동일한 접속 중계점(access point)을 제공한다. 따라서 객체들과 그들 사이의 관계성을 고려해서 맥락을 모델링할 수 있는 기능을 제공한다. 통일된 형태로 맥락을 모델링하고, 객체들 간의 관계성을 고려하였다고 하지만, 맥락을 모델링한 구체적인 예를 찾아보기 힘들다.

Technology for Enabling Awareness (TEA, 1999)에서는 맥락 인식을 지원하기 위한 접근 방법으로 센서로부터 획득된 정보를 맥락 프로파일 형태로 변환시키는 방법을 채택하였다[11]. TEA는 센서, 큐(cue), 맥락 프로파일, 그리고 애플리케이션으로 총 4개의 층을 갖는 구조이다. 큐-층을 이용하여 센서로부터 획득된 신호를 보다 의미 있는 정보로 가공하고, 이를 맥락으로 맵핑시킨다. 하지만, 맥락 맵핑 과정에 있어서 가속도 센서와 광량 센서만으로 센싱된 정보만을 사용하였고, 한정된 규칙을 통해서 맥락을 추론하는데 사용하였다.

Context Toolkit (1999)는 맥락 인식 애플리케이션으로부터 맥락 정보를 획득하는 과정을 분리하여 응용 프로그램의 개발과 유지보수를 쉽게 할 수 있도록 하였다[24]. Context Toolkit의

Widget은 개발자가 맥락 획득과 관련된 사항을 고려하지 않도록 하고, 서로 다른 맥락 정보들(예, 사용자의 위치, 신분, 시간, 그리고 활동)에 대해서도 접근할 수 있도록 해준다. 하지만, 맥락을 모델링함에 있어서는 통일된 형태로 기술되지 못하였고, 또한 맥락 요소들 간의 관계성이 없기 때문에 제공된 맥락을 이용하여 추론하기 위해서는 각 애플리케이션을 개발하는 사람이 담당해야 한다.

Unified Context-aware Application Model (ubi-UCAM, 2003)은 맥락 인식기반 애플리케이션을 위한 모형으로, 센서와 서비스의 분리를 통해 Context Toolkit과 같이 개발자들에게 구체적인 맥락 획득이나 처리 과정을 노출하지 않도록 하였다[25]. 하지만, ubi-UCAM에서는 맥락을 맥락 요소(5WIH)로 분류하여 센서와 서비스간의 맥락 전달에 활용하였지만, 맥락을 구조화하거나 보다 수준 높은 추론을 하기에는 개발자의 개입이 불가피한 점도 있다.

살펴보았듯이, 맥락을 활용한 애플리케이션이나 시스템은 사용자의 위치, 신분, 시간 (히스토리) 그리고 행위 등을 맥락의 주요한 요소로 파악하고 활용하고 있다. 하지만, 이와 같이 정보들을 단편적으로 모델링하고 사용하는 것은 추론이 어렵고, 특정 애플리케이션에 의존적일 수밖에 없다. 따라서 사용자의 상호작용을 위한 맥락 모델링은 앞서 언급된 요소들을 통합된 형태의 맥락으로 모델링할 수 있어야 한다. 또한, 주어진 맥락을 활용하여 보다 수준 높은 추론을 하기 위해서, 맥락 모델은 맥락을 구성하는 각 요소들 간의 관계성도 모델링할 수 있어야 한다. 그리고 보다 자연스러운 사용자의 상호작용을 지원하기 위한 맥락을 모델링할 때, 사용자의 의도, 관심, 선호도와 같은 요소들도 맥락에 포함되어 모델링되어야 할

것이다.

3. 맥락 모델과 관련된 연구들

맥락과 관련된 기존 연구들을 살펴보면, 맥락을 애플리케이션이나 시스템에 활용하기 위한 맥락 모델들은 지식 공유, 데이터 통합 및 해석, 추론 기법, 사용자의 개인 정보 보호 등을 모델링하려고 하였다. 뿐만 아니라, 맥락 요소들 간의 의존성과 관계성도 맥락 모델을 통하여 모델링하려고 하였다[26]. 본 장에서는 맥락 모델링 기법과 관련된 기존 연구들을 6가지의 대표적인 방법으로 구분하여 살펴본다. 이는 맥락 정보 표현 및 전달에 있어서 사용된 데이터 구조에 의해 구분하였고, 이들 중 일부는 하나 이상에 포함될 수 있다. 하지만, 본 절에서는 가장 대표적인 맥락 모델링 기법으로 구분하여 기술한다[13,14].

3.1 Key-Value 모델

이 방법은 가장 단순한 데이터 구조의 맥락 모델링 기법이다. Schilit (1993)는 key-value 기법을 이용하여 맥락 정보(예, 위치 정보)의 값을 애플리케이션에 제공함으로써 맥락을 모델링하였다[27]. ubi-UCAM (2003)에서도 맥락을 맥락 요소(5WIH)와 그에 해당하는 값으로 모델링하여 맥락을 표현하였다[25]. 특히, key-value 방법은 맥락을 쉽게 사용할 수 있지만, 효과적인 맥락 유추나 추론을 위한 데이터 구조로서의 기능은 약하다.

3.2 마크업-스킴 (Markup Scheme) 모델

모든 마크업-스킴 (markup scheme) 모델링 기법의 공통점은 속성(attribute)과 내용(content)의 마크업 태그 (tag)로 구성된 계층적 데이터 구조

이다. 특히, 마크업 태그는 다른 마크업 태그에 의해서 재귀적으로 정의될 수 있다. ConteXtML (1999)은 서버와 모바일 사용자가 맥락 정보를 서로 교환하기 위한 표준 포맷으로 XML을 이용하였다[28]. ConteXtML의 경우에는 간단한 SQL 쿼리문을 위한 연산자들을 표현할 수 있도록 하였고, 모바일 사용자가 필요한 정보를 서버에 요청하여 관련된 정보를 추출하는 데 이용하였다. 하지만, 맥락을 표현하는데 시간, 공간, 사용자등과 같이 제한적인 요소만을 고려하였다. Schmidt (2000)는 맥락을 기술하기 위해서 SGML 기반의 마크업 언어인 XML을 이용하였다[29]. 그는 그룹 맥락에 매칭(matching) 속성과 트리거(trigger) 속성을 갖도록 맥락을 그룹핑 하였다. 그리고, ubi-UCAM (2005)에서는 key-value의 모델링 방법을 XML을 이용하여 표현하였으나, 맥락의 분류에 있어서 응용 프로그램에 의존적인 요소들이 있다[30]. 결국, 마크업-스킴 모델의 경우 그 확장성이나 접근성은 뛰어나지만, 맥락들 간의 관계성을 표현하는데 취약점이 있다. 최근에는 이러한 취약점을 보완하기 위해서 마크업-스킴 모델을 활용하여 온톨로지 기반의 맥락 모델링에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있다. 향후 맥락 모델링에 있어서 마크업-스킴 모델과 온톨로지 기반 모델을 각각 다르게 구분하기보다는 통합하여 보아야 할 것이다.

3.3 그래픽 (Graphical) 모델

그래픽적 요소(UML diagrams)가 포함되어 있는 Unified Modeling Language(UML)는 일반적인 목적의 모델링 툴로 잘 알려져 있으며, 최근에는 맥락 간의 관계성을 모델링 하는데 UML을 이용하고 있다. 예를 들면, Context Modeling

Language (CML, 2004)는 맥락 인식 애플리케이션의 맥락 조건을 정의하고 검색하는 일을 도와주는 틀이다[31]. CML은 정보의 타입, 정보의 분류, 관련된 메타 데이터, 그리고 서로 다른 정보 타입 간의 의존성 등을 그래픽 기호로 기술한다. Object-Role Modeling (ORM)의 확장된 개념으로 맥락을 모델링 하여, 맥락 모델의 관계성을 모델링 하였다[32]. 이와 같이 맥락 간의 관계성을 모델링함으로써 맥락 관리나 데이터베이스로부터 관련된 맥락을 추출하는데 용이하다.

3.4 객체 지향적 (Object-Oriented) 모델

객체 지향적 맥락 모델은 객체 지향적 기법의 주요 장점 (캡슐화와 재사용성)을 활용하여 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서처럼 동적인 맥락의 변화에 따른 문제점들을 해결할 수 있다[13]. 자세한 맥락 처리과정은 객체에 내포되어있어 다른 컴포넌트들로부터 접근을 제한할 수도 있다. 따라서 맥락 정보에 대한 접근은 특정한 인터페이스를 통해서만 접근이 가능하다. 대표적인 이러한 접근 방법은 TEA 프로젝트에서 개발된 큐(Cue) 이다 [11]. Context Toolkit (1999)에서는 **Widget**을 통해 맥락 정보를 획득하고, 획득된 데이터를 맥락 정보로 표현하기 위해서 내부적으로 이름(name), 속성(attribute), 타입(type)의 구조를 갖는 속성 객체 (Attributes Object)를 이용하여 맥락을 모델링하였다[24]. 이외에도 Context Information System (CIS,1998)과 GUIDE (1998) 시스템에서도 활용되었다[23,14].

3.5 논리 (Logic) 기반 모델

논리기반 맥락 모델은 주어진 조건 (사실)에 기반하여 결론을 도출하는 모델이다. 주로 인공 지

능 분야에서 많이 사용된 개념들이 최근에는 유비쿼터스 컴퓨팅 분야에서 맥락을 모델링하기 위한 수학적 모델로 활용되고 있다. McCarthy (1993)는 인간의 정보 추론의 과정을 “circumscription (의미의 한정)”을 통해서 모델링 하였다. 일반적으로 단순한 수학적 논리를 추론 규칙에 추가하거나 문장을 공리에 추가하는 방식으로는 제한적인 추론 기능 밖에 얻을 수 없다고 보고, 특정 결론으로 직접 이동 가능한 규칙들을 제안하였다[33]. 이후 McCarthy의 이론을 통해 많은 연구자들이 논리기반 맥락 모델을 제안하였다. Akman (1997)은 상황 (situation) 타입으로 맥락을 모델링하였다 [34]. 여기서 상황 타입이란 무한한 인자를 갖는 상황으로 정의하였다. 상황 이론 모델은 국부성, 동적 맥락 그리고 자연어 지원등과 같은 주요한 특성을 갖는다. 특히, “First-order logic” 모델은 복잡한 규칙들을 맥락과 함께 사용할 수 있을 뿐만 아니라 맥락 정보에 대해서 자동 유도와 추론이 가능하다. 그리고 이진 연산자나 존재기호(\exists)와 전칭기호(\forall)를 이용하여 맥락을 기술할 수 있다[35]. 하지만, 서로 다른 맥락 술어를 위해서는 맥락의 타입을 미리 정의해놓은 온톨로지를 이용한다. 논리기반 맥락 모델의 장점 중 하나는 맥락과 관련된 연산자를 활용할 수 있다. 이러한 연산자들은 맥락의 생성, 갱신, 복사, 합집합, 교집합 그리고 차집합과 같은 연산을 지원한다. 논리기반 맥락 모델은 일련의 규칙들을 통해서 기존의 맥락으로부터 새로운 맥락을 유추하거나 추론할 수 있지만, 적용되는 규칙에 따라서 맥락이 다르게 유추될 수 있기 때문에 이와 같은 모호성을 해결할 수 있는 기법도 함께 제공되어야 한다.

3.6 온톨로지 (Ontology) 기반 모델

온톨로지는 개념화의 명세 혹은 기술이다. 특

히, IT에서는 온톨로지를 개념, 개념의 속성, 그리고 그들 간의 상호 연계성에 대한 어느 정도 완벽한 지식을 표현하는데 사용한다[36]. 온톨로지는 지식 공유와 같이 맥락을 상호 연동 가능한 기능을 제공하기 때문에 범용적인 맥락 모델링을 위해서는 필요하다. 하지만, 초기 유비쿼터스 컴퓨팅 관련 시스템들의 취약점은 명확한 의미론적 표현에 기반한 공통의 온톨로지에 기초하지 않았기 때문에 지식 공유와 추론 기능을 지원하기 어려웠다[26]. 이와 같은 연유로, 지식 공유, 맥락 추론 그리고 정보 처리에 있어서 상호 연동이 가능하도록 공유될 수 있는 온톨로지에 대한 개발이 필요하다. 최근에는 맥락 모델링에 온톨로지를 활용하려는 움직임이 활발하다.

Crowley (2002) 등은 사람의 행동을 관찰하고 모델링하는 소프트웨어 구조를 온톨로지를 통해서 제안하였고, 맥락을 사용자 맥락과 시스템 맥락으로 구분하였다[37]. 사용자 맥락은 역할과 관계의 집합으로 기술 가능한 모델로 제안하였다. 뿐만 아니라, 맥락을 위한 온톨로지는 Top-down 요소 (사용자와 주어진 일) 과 Bottom-up 요소 (센서)를 모두 지원해야 한다고 보았다. Context Ontology Language (CoOL, 2003)는 하나의 획일적인 언어가 아니라, 여러 요소들로 이루어진 언어이다[36]. 그리고 CoOL은 CoOL 코어와 통합으로 나누어지며, 지식 표현을 위해서는 OWL이나 F-Logic을 이용하여 표현할 수 있다. OWL의 경우에는 온톨로지를 생성하고 확인하는데 필요한 다양한 툴들이 이미 많이 있어 손쉽게 활용가능하고, 한편 F-Logic의 경우에는 객체 지향적, 간결한 구문, 그리고 규칙들을 확장하는데 장점이 있다. Service-Oriented Context-Aware Middleware (SOCAM, 2004)에서도 상위 온톨로지와 하

위 온톨로지를 이용하여 맥락을 모델링하였다[38]. 상위 온톨로지는 물리적 환경에 대한 일반적인 지식을 맥락 개체에 대한 상속관계로 기술하고, 구체적인 도메인과 관련된 온톨로지는 하위 온톨로지에 정의하여 맥락을 모델링 하였다. 특히, 하위 온톨로지는 동적으로 치환이 가능하도록 설계되었다. Context Broker Architecture (CoBrA, 2004)는 스마트 환경에서 맥락 인식 시스템을 지원하기 위한 브로커 중심의 에이전트 아키텍처이다[39]. 맥락 브로커(Context Broker)는 맥락 정보를 획득하고 관리하는 책임뿐만 아니라 센서들로부터 직접 획득할 수 없는 정보 (예, 의도, 역할, 시, 공간 관계 등)를 추론하고 공유되는 정보들 사이의 불일치를 찾고 해결하는 역할도 갖고 있다. 또한, 사용자의 사생활 보호를 위한 정책도 수반하고 있다. CoBrA는 EasyMeeting이라는 스마트 회의 시스템의 프로토타입에 사용되었다[40].

SOUPA-Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications-(2004)의 목적은 유비쿼터스 컴퓨팅 응용 프로그램을 지원하기 위한 온톨로지를 정의하는데 있다[26]. SOUPA에서는 OWL을 채택하여 온톨로지를 표현하고, 시간, 공간, 행위, 이벤트, 감정, 그리고 사생활 보호 정책 등과 같은 다양한 어휘들을 포함하고 있다. 하지만, 서로 다른 온톨로지들의 재사용을 통해 온톨로지를 공유하기 위해서는 가장 적절한 형태의 온톨로지를 선택해야 하는 어려움이 있다. 그리고 모든 온톨로지들이 똑같은 온톨로지 기술 언어로 개발된 것이 아니기 때문에, 기존의 온톨로지들을 재구성 혹은 변경해야 하는 경우도 발생한다. 또한, 결정적으로 서로 다른 형태의 온톨로지를 위해 하나의 통일된 온톨로지 혹은 표준으로 사용할 만한 온톨로지가 아직 없는 상태이다.

4. 사용자 중심의 맥락 정의와 모델링에 필요한 요소들

관련 연구들에서 살펴보았듯이, 맥락에 대한 구체적인 정의와 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 사용자 상호작용을 효과적으로 표현할 수 있는 맥락 모델링 기법이 필요하다. 뿐만 아니라, 앞서 분류한 맥락 모델들은 각각의 장점과 단점을 갖고 있기 때문에, 하나의 모델링 방법으로 복잡하고 동적인 맥락을 모델링하기가 쉽지 않다. 따라서 본 장에서는 기존의 맥락 정의로부터 사용자 중심의 맥락을 정의하고, 이를 모델링하는데 필요한 요소들을 제안한다.

4.1 사용자 중심의 맥락 정의

맥락과 관련된 많은 연구가 진행되어 왔지만, 여전히 맥락에 대한 정의는 각각 다양하며 추상적이고 포괄적이다. Ghita (2004)는 맥락 정보를 응용 프로그램의 도메인과 관점에 따라서 2가지로 구분하였다[14]. Schilit (1994)는 맥락을 사용자 맥락, 컴퓨팅 맥락 그리고 물리적 맥락으로 구분하였다[1]. 또한, 4가지의 주요 맥락 타입을 위치, 신원(사용자 정보), 시간 그리고 행위로 구분하여 제안하였다[27]. Schilit는 제안한 4가지 컨텍스트 타입을 통해서 다양한 맥락 정보를 유추할 수 있다고 보았다. 한편, Gwizdka (2000)는 사용자의 관점에서 맥락을 내적 맥락과 외적 맥락으로 구분하였다[41]. 내적 맥락은 사용자의 상태를 나타내며, 수행중인 일, 개인적 이벤트, 통신, 그리고 감정 상태 등을 포함한다. 외적 맥락은 환경적인 요소를 나타내며, 위치, 시간 그리고 각 객체들 간의 근접성을 포함한다. Petreelli (2000)는 물질적 요소와 사회적 요소로 맥락을 구분하였다[42]. 물질적 맥락은 위치, 디바이스 혹은 이용 가능한 인프

라 등을 포함하고 있으며, 사회적 맥락은 사용자의 성격, 관심, 흥미 등을 포함한다. 보편적인 맥락 구분 방법은 아직 명확하지 않다.

따라서, 제안된 “사용자 중심의 맥락”은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자가 서비스 환경뿐만 아니라 콘텐츠와도 자연스러운 상호작용이 가능한 형태의 맥락으로써 다음과 같이 정의한다.

“사용자 중심의 맥락은 사용자가 관심 있는 응용 서비스 (콘텐츠)와의 상호작용에 영향을 미치는 사용자의 상태에 대한 묘사이다 (User centric context is a set of descriptions on user’s states that influence an application’s behavior interesting to the user).”

그리고 사용자 중심의 맥락을 주어진 서비스 환경에서 사용자와 관련된 정보를 5W1H (who, when, where, what how, why)의 형태로 표현하고, 이를 맥락 요소 (contextual elements)로 정의한다. 사용자 중심의 맥락을 맥락 요소로 모델링함으로써 사용자와 관련된 N 차원의 정보를 6차원으로 줄일 수 있다. 제안된 사용자 중심의 맥락은 개념적으로 사용자의 내적 상태 정보 (Intrinsic status)와 외적 상태 정보 (Extrinsic status)로 구분된다. 사용자의 외적 상태 정보는 사용자의 고유한 정보 (예, 이름, 생일, 성별 등)와 서비스 환경 내에서의 사용자의 위치, 서비스 이용 시간, 현재 사용하고 있는 서비스 대상, 그리고 서비스를 이용하는 목적 혹은 의도 등을 기술한다. 하지만, 사용자 중심의 맥락을 모델링함에 있어서, 사용자의 외적 상태 정보만으로는 응용 서비스가 정확한 사용자의 의도를 파악해서 서비스를 제공하기에는 다소 어렵다. 따라서 사용자 중심의 맥락을 보다 정확하게 기술하기 위해서는 사용자의 내적 상태 정보, 즉, 사용자의 생체신호

정보, 감정 상태등과 같은 정보도 맥락 요소로 기술되어야 한다. 제안된 사용자 중심의 맥락은 기존의 맥락 관련 연구에서 정의한 내용을 일부 수용하지만, 사용자의 상호작용에 대한 해석과 활용에서는 보다 효과적이다. 이에 대한 설명은 다음 절에서 자세히 설명한다.

4.2 사용자 중심의 맥락 모델링에 필요한 요소들

제안된 사용자 중심의 맥락을 모델링하기 위해서는 다음과 같은 요소들이 고려되어야 한다.

- 통일된 맥락 해석 방법 (unified context interpretation)
- 상호 연계성 (interoperability)
- 추론의 용이성 (easier inference)
- 의미 분석의 용이성 (simple semantic analysis)
- 개인 정보의 관리 (personal information management)

통일된 맥락 해석 방법의 제공은 맥락 인식 애플리케이션 개발자들이 쉽게 맥락을 활용하고, 기술할 수 있도록 한다. 예를 들면, 임의의 센서로부터 센싱된 정보를 애플리케이션에 사용하기 위해서는 애플리케이션 개발자는 센서 개발자와 함께 주고받을 맥락 정보의 형식부터 논의해야 한다. 하지만, 맥락 모델링이 통일된 해석 방법을 제공한다면, 애플리케이션 개발자들은 어떤 임의의 센서도 통일된 센싱 정보로 기술되기 때문에 센서의 종류에 상관없이 통일된 형태의 맥락을 애플리케이션에 활용할 수 있다. 이는 센서 개발자의 입장에서든 똑같은 경우로 애플리케이션의 종류에 관계없이 센서를 개발할 수 있다. 그리고 맥락을 모델링할 때 고려해야 할 사항들 중 하나는 맥락은

관점 (perspective)에 따라 다르게 표현된다는 점을 고려해야 한다. 왜냐하면 같은 내용이라도 다른 관점에서 보게 되면 다르게 해석될 수 있기 때문이다. 예를 들어, 거리를 맥락으로 표현할 경우 사용자에게 따라서 미터(m)로 혹은 센티미터(cm)로 표현 가능하다. 즉, 어떤 관점에서 해석하는지에 따라서 그 의미가 달라지기 때문에 맥락 모델링은 통일된 형태의 관점에서 기술할 수 있는 해석 방법이 제공되어야 한다.

맥락 모델링에 있어서 상호 연계성은 맥락이 특정 애플리케이션에만 활용되는 것이 아니라 임의의 애플리케이션에서도 충분히 활용될 수 있어야 한다. 이를 지원하기 위한 맥락 모델링은 특정 구현 언어에 국한되지 않아야 하며, 다양한 애플리케이션에도 쉽게 활용될 수 있는 기능을 자체적으로 제공해야 한다. 이러한 관점에서 본다면, 마크-업 스킴 모델, 객체 지향적 모델 그리고 온톨로지 기반 모델이 맥락 모델링의 상호연계성을 지원하는데 적절한 모델링 방법일 것이다.

주어진 맥락으로부터 새로운 맥락을 추론하기 위해서 맥락 모델링은 맥락 요소들 (5W1H) 간의 관계성을 표현할 수 있어야 한다. 맥락을 구성하는 요소들 간의 관계를 활용함으로써, 특정 맥락 요소가 맥락 획득, 처리 및 관리 과정에서 누락되어도 주어진 맥락을 애플리케이션에 활용할 수 있다. 예를 들면, 사용자와 관련된 모든 상황을 센서로부터 획득하는 것은 현실적으로 어렵다. 따라서 앞서 정의한 맥락 요소들 중 일부의 정보만을 센서로부터 획득하더라도, 맥락 요소들 간의 관계를 이용하여 나머지 맥락 요소를 추론할 수도 있다. 따라서 맥락을 모델링할 때는 이와 같이 맥락 요소들 간의 정보도 함께 표현되어야만 이후 맥락을 인식하거나 추론하는 과정에서 충분히 활용할 수 있다.

맥락 모델링에 있어서 의미분석의 용이성은 맥락을 맥락 요소(5W1H)의 정형화를 통해서 기초적인 온톨로지(Ontology)를 제공함으로써 가능하다. 예를 들어, RDF (Resource Description Framework)에 기반한 온톨로지 기술은 현재의 웹에 자원(주어)·속성(술어)·속성값(목적어) 등 자원을 기술하는 언어인 메타데이터를 부여해 정보의 의미를 이해하고 처리할 수 있게 하는 기술이다. 예를 들면, 맥락을 모델링할 때, 각 맥락 요소들은 각각 이미 의미적 기능을 내포하고 있다. 즉, 누가, 언제, 어디서, 무엇을, (어떻게)하다. 이로부터 우리는 왜 라는 이유를 추론해 낼 수가 있다[43,44]. 따라서 맥락 요소는 RDF가 갖는 의미 정보에 시간과 장소 정보까지 추가된 경우로 볼 수 있다.

한편, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자가 원하는 서비스를 언제, 어디서나 받기 위해서는 개인 정보를 해당 서비스 환경에 제공해야 한다. 이와 같이 개인 정보 유출에 대한 문제가 대두되었을 때, 사용자에게 대한 정보를 사용자가 직접 제어함으로써 기초적인 개인 정보 유출 문제를 해결할 수 있다[45,46]. 따라서 맥락을 모델링할 때, 개인 정보를 보호하기 위해서 맥락 요소들 중 'who' 맥락 요소에 대해서만 공개, 비공개등과 같은 속성을 갖도록 한다. 사실, 다른 맥락 요소들도 개인 정보 보호 측면에서는 중요하지만, 'who' 맥락 요소는 특히 보호되어야 할 중요한 요소이다. 결국, 개인 정보 보호를 고려한 맥락을 모델링하기 위해서는 각 맥락 요소에 맥락 정량자를 가지도록 한다. 즉, public이란 정량자는 사용자의 간섭 없이 사용자와 관련된 정보를 해당 서비스로 보낼 수 있도록 하고, 이와 반대로 protected나 private의 경우에는 사용자의 간섭을 요구하도록 한다. 하지만, protected나 private의 경우에는 이후 사용자

가 신뢰하는 서비스 환경이나 서비스 자체에 대해서는 사용자의 간섭이 없이도 사용자 맥락을 방출하도록 한다.

끝으로, 맥락 모델링에 있어서 통일된 형태로 맥락을 모델링하는 것은 맥락의 해석뿐만 아니라 맥락 모델에 대한 비교 평가도 가능하다. 기존의 맥락 모델에 대한 비교 평가는 Strang (2004)에서 제시된 바가 있지만, 맥락 모델에 대한 정량적 평가를 하기에는 어려운 항목들이다[13]. 따라서 통일된 형태로 맥락을 구조화하는 것은 맥락 모델의 정량적 평가가 가능한 장점도 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 다양한 연구 분야에서 정의된 맥락과 이를 모델링하는 방법들에 대해서 살펴보았으며, 또한 기존의 맥락 정의를 바탕으로 사용자 중심의 맥락을 정의하고 이를 모델링할 때 필요한 요소들을 제안하였다. 제안된 요소들은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 애플리케이션과 사용자의 상호작용에 맥락을 사용할 때 고려되어야 할 특징들이다. 추후 과제로는 제안된 맥락 모델링의 요소들이 사용자의 상호작용을 효과적으로 표현할 수 있는지에 대한 실험과 평가가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] Bill N. Schilit, Norman I. Adams, and Roy Want, "Context-Aware Computing Applications," In Proceedings of the Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp. 85-90, 1994.
- [2] Anind K. Dey, Gregory D. Abowd, "Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness," CHI 2000 Workshop on the What, Who, Where, When, Why and How of

- Context-Awareness, April 1-6, 2000.
- [3] A. Schmidt, M. Beigl, and H.-W. Gellersen, "There is more to context than location," *Computers and Graphics* Vol. 23, No. 6, pp. 893-901, 1999.
- [4] M. Weiser, "The Computer for the 21st Century," *Scientific American*, vol.265, no.3, pp. 94-104, September 1991.
- [5] Steve Mann, "Wearable Computing as means for Personal Empowerment," Keynote address, ISWC98, 1998.
- [6] H.Lieberman and T.Selker, "Out of Context: Computer Systems that Adapt to and Learn from Context," *IBM System Journal*, vol.39, no.3, pp. 617-631, 2000.
- [7] Brezillon P., "Context in Artificial Intelligence: I. A survey of the literature." *Computer & Artificial Intelligence*, vol.18, no.4, pp.321-340, 1999.
- [8] Brezillon P, "Context in Artificial Intelligence: II. Key elements of contexts." *Computer & Artificial Intelligence*, vol.18, no.5, pp.425-446, 1999.
- [9] M. Theodorakis, and N. Spyrtos, "Context in Artificial Intelligent and Information Modeling," In proceedings of the 2nd Hellenic Conference on Artificial Intelligence (SETN-02), pp.27-28, 2002.
- [10] J. Pascoe, "Adding Generic Contextual Capabilities to Wearable Computers," In proceedings of the 2nd IEEE International Symposium on Wearable Computers, pp. 92-99, 1998, IEEE Computer Society.
- [11] Albrecht Schmidt, Kofi Asante Aidoo, Antti Takaluoma, Urpo Tuomela, Kristof Van Laerhoven, Walter Van de Velde, "Advanced Interaction in Context," 1th International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC99), Karlsruhe, Germany, 1999 & Lecture notes in computer science: Vol 1707, ISBN 3-540-66550-1; Springer, 1999, pp 89-101.
- [12] Thomas Strang and Claudia Linnhoff-Popien, "Service Interoperability on Context Level in Ubiquitous Computing Environments," Proceedings of International Conference on Advances in Infrastructure for Electronic Business, Education, Science, Medicine, and Mobile Technologies on the Internet (SSGRR2003w).
- [13] T.Strang, C.Linnhoff-Popien, "A Context Modeling Survey," In Workshop on Advanced Context Modelling, Reasoning and Management associated with the Sixth International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp 2004), 2004.
- [14] Ghita Kouadri Mostefaoui, Jacques Pasquier-Rocha, Patrick Brezillon, "Context-Aware Computing: A Guide for the Pervasive Computing Community," International Conference on Pervasive Services (ICPS'04), pp.39-48, 2004.
- [15] G. Chen and D. Kotz, "A survey of context-aware mobile computing research," Tech. Rep. TR2000-381, Dartmouth, November 2000.
- [16] Mari Korkea-aho, "Context-Aware Applications Survey," Available from <http://users.tkk.fi/~mkorkeaa/doc/context-aware.html>
- [17] Keith Mitchell, "A Survey of Context-awareness," Available from <http://www.comp.lancs.ac.uk/~km/papers/ContextAwarenessSurvey.pdf>
- [18] R. Want, A. Hopper, V. Falcao, J. Gibbons, "The Active Badge Location System," *ACM Transcation on Information System*, vol.10, no.1, pp.91-102, 1992.
- [19] M. Dertouzos, "The Future of Computing," *Scientific American* 281, no.2, pp.52-55, 1999.
- [20] D. Garlan, D. Siewiorek, A. Smailagic, P. Steenkiste, "Project Aura: Towards Distraction-Free Pervasive Computing Environments," *IEEE Pervasive Computing*, Special Issue on Integrated Pervasive Computing Environments, vol. 1, no. 2, pp. 22-31, 2002.

- [21] J. Hong, J. Llanday, "A Context/ Communication Information Agent," Personal and Ubiquitous Computing, Special Issue on Situated Interaction and Context-Aware Computing, vol.5, no.1, pp. 78-81, 2001.
- [22] B.N. Schilit, and M.M. Theimer, "Disseminating active map information to mobile hosts," IEEE Network 8(5), pp. 22-32, 1994.
- [23] J. Pascoe, N. S. Ryan, and D. R. Morse, "Human Computer Giraffe Interaction: HCI in the Field," Workshop on Human Computer Interaction with Mobile Devices, 1998.
- [24] A. Dey and G. Abowd and D. Salber, "A Context-based Infrastructure for Smart Environments," Proceedings of the 1st International Workshop on Managing Interactions in Smart Environments (MANSE '99), pp. 114-128, 1999.
- [25] S.Jang, W.Woo, "ubi-UCAM: A Unified Context-Aware Application Model," Lecture Note Artificial Intelligence, Vol.2680, pp. 178-189, 2003.
- [26] Harry Chen, Filip Perich, Tim Finin, and Anupam Joshi, "SOUPA: Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications," First Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services (MobiQuitous'04), pp. 258-267, 2004.
- [27] B. N. Schilit, M. M. Theimer, and B. B. Welch, "Customizing mobile applications," Proceedings USENIX Symposium on Mobile and Location-Independent Computing, (USENIX Association):129-138, August 1993.
- [28] Nick Ryan, "ConteXtML: Exchanging Contextual Information between a Mobile Client and the FieldNote Server," 1999, Available from <http://www.cs.kent.ac.uk/projects/mobicomp/fnc/ConteXtML.html>
- [29] Albrecht Schmidt. "Implicit Human Computer Interaction Through Context." Personal Technologies Volume 4(2&3), pp.191-199, June 2000.
- [30] Y.Oh, C.Shin, S.Jang, W.Woo, "ubi-UCAM 2.0: A Unified Context-aware Application Model for Ubiquitous Computing Environments," UbiCNS, ProceedingCD, 2005.
- [31] Henricksen, K., Indulska, J., "A software Engineering Framework for Context-aware Pervasive Computing," Proc. of the Second IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, Orlando, Florida, (PerCom'04), March 2004, IEEE Computer Society, pp. 77-86.
- [32] Keith Cheverst, Nigel Davies, Keith Mitchell and Adrian Friday, "Design of an Object Model for a Context-Sensitive Tourist Guide," Proceedings of the IMC'98 Workshop on Interactive Applications of Mobile Computing, Rostock, Germany, November 1998.
- [33] J. McCarthy, "Notes on Formalizing Context," In Proc. IJCAI-93, pages 555-560, Chambéry, France, 1993.
- [34] Varol Akman, Mehmet Surav, "The Use of Situation Theory in Context Modeling." Computational Intelligence: An International Journal, vol.13, no.3, pp.427-438, 1997.
- [35] Anand Ranganathan, Roy H. Campbell, "An infrastructure for context-awareness based on first order logic," Personal and Ubiquitous Computing, Volume 7 Issue 6, December 2003, pp. 353-364.
- [36] Strang, T., Linnhoff-Popien, C., and Frank, K. "CoOL: A Context Ontology Language to enable Contextual Interoperability," In LNCS 2893: Proceedings of 4th IFIP WG 6.1 International Conference on Distributed Applications and Interoperable Systems (DAIS2003) (Paris/France, November 2003), J.-B. Stefani, I. Dameure, and D. Hagimont, Eds., vol. 2893 of Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Springer Verlag, pp. 236-247.

[37] James L. Crowley, Joelle Coutaz, Gaetan Rey, Patrick Reignier, "Perceptual Components for Context Aware Computing," In UBIComp 2002, pp.

[38] T. Gu, X. H. Wang, H. K. Pung, D. Q. Zhang. "An Ontology-based Context Model in Intelligent Environments," In Proceedings of Communication Networks and Distributed Systems Modeling and Simulation Conference (CNSD 2004), pp. 270-275. San Diego, California, USA, January 2004.

[39] H. Chen, T. Finin, and A. Joshi, "Semantic web in the context broker architecture," In Proceedings of PerCom 2004, March 2004.

[40] H. Chen, T. Finin, and A. Joshi, "A context broker for building smart meeting rooms," In Proceedings of the Knowledge Representation and Ontology for Autonomous Systems Symposium, 2004 AAAI Spring Symposium. AAAI, March 2004.

[41] J. Gwizdka, "What's in the context?," Proceedings of Workshop on The What, Who, Where, When, and How of Context-Awareness, Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2000), April 2000.

[42] D. Petrelli, E. Not, C. Strapparava, O. Stock, and M. Zancanaro, "Modeling context is like taking pictures," Proceedings of Workshop on Context Awareness (CHI 2000), 2000.

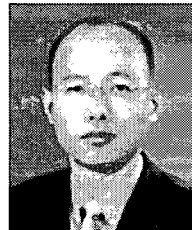
[43] Kipling method, Available from <http://creatingminds.org/tools/kipling.htm>

[44] Kipling method, Available from <http://changingminds.org/techniques/questioning/5w1h.htm>

[45] Jennica Falk and Staffan Bjork, "Privacy and information integrity in wearable computing and ubiquitous computing," CHI'00 extended abstracts on Human factors in computing systems, pp.177-178, 2000.

[46] Henricksen, K., Wishart, R., McFadden, T., Indulska, J., Extending context models for pri-

vacy in pervasive computing environments, 2nd International Workshop on Context Modelling and Reasoning (CoMoRea), PerCom '05, Hawaii, U.S.A, March 2005.



홍 동 표

- 2001년 동아대학교 컴퓨터공학과 학사
- 2004년 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
- 2004년~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정
- 관심 분야: HCI, Context Modeling and its applications, Contextual Information Annotation and Retrieval, Vision based User Interface, Wearable and Mobile Computing, Ubiquitous Computing, Entertainment Computing 등



우 은 택

- 1989년 경북대학교 전자공학과 학사
- 1991년 포항공과대학교 전기전자공학과 석사
- 1998년 University of Southern California, Electrical Engineering-System 박사
- 1991년~1992년 삼성종합기술연구소 연구원
- 1999년~2001년 ATR MIC Labs. 초빙 연구원
- 2001년~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 조교수
- 관심 분야 : 3D computer vision and its applications including attentive AR and mediated reality, HCI, affective sensing and context-aware for ubiquitous computing 등