



유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 센싱 기술과 컨텍스트-인식 기술의 연구 동향

광주과학기술원 장세이 · 우운택*

1. 서론

최근 새로운 IT 패러다임인 유비쿼터스 컴퓨팅이 화두로 등장하고 있다. '유비쿼터스'라는 단어가 언론 매체에 자주 등장하고 있고, 많은 사람들이 유비쿼터스 컴퓨팅을 미래 정보통신 시장의 판도를 바꿀 새로운 패러다임이라는데 동의하고 있다. 이러한 새로운 개념은 스머드는(Pervasive) 컴퓨팅, 사라지는(Disappearing) 컴퓨팅, 보이지 않는 (Invisible) 컴퓨팅, 자율 (Proactive) 컴퓨팅 등의 다양한 이름으로 소개되고 있지만, 본질적으로 추구하는 목표는 동일하며 점차 '유비쿼터스 컴퓨팅'이라는 용어로 통일되고 있는 추세이다.

유비쿼터스 컴퓨팅의 개념은 Xerox PARC의 마크 와이저[1]에 의해 '사람을 포함한 현실 공간에 존재하는 모든 대상물들을 기능적·공간적으로 연결하여 사용자에게 필요한 정보나 서비스를 즉시에 제공할 수 있는 기반 기술'로 정의되었다. 마크 와이저의 생각에 따르면 미래에는 컴퓨터들이 현실 공간 전반에 걸쳐 편재되고, 이들 사이는 유무선 통신망을 통해 이음매 없이 연결되어 사용자가 필요로 하는 정보나 서비스를 즉시에 제공하는 환경이 구현될 것이다. 이를 위해서는 다양한 형태의 컴퓨터가 현실 세계와 효과적으로 결합되어 사용자가 거부감이나 불편함을 느끼지 않고서 언제 어디서나 편리하게 컴퓨팅 자원을 활용할 수 있는 환경이 제공되어야 한다.

유비쿼터스 컴퓨팅은 다음과 같은 특징을 갖는다 [2]. 첫째, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구성하는 센서, 프로세싱, 네트워킹, 데이터베이스(DB) 등의 기술들은 인간의 정보화 영역을 확장시키기 위해 일상 생활에서 사용되는 사물 (생활/가전/주방기기, 자동차, 사

무용품, 식품, 장난감, 인형, 화분 등)로 스며들어 언제 어디서나 보이지 않게 사용자를 지원한다. 둘째, 칩·태그·라벨 등의 센서들은 사용자와 주변 환경에 대한 정보를 언제 어디서나 실시간으로 파악하기 위해 사용자가 직접 휴대하거나 일상 생활 곳곳에 편재되어 있다. 셋째, 프로세싱, 네트워킹, 데이터베이스 등의 컴퓨팅 기술은 사용자 및 주변 환경 정보를 이용하여 사용자의 외부 명령, 의도 및 감성 등의 상황 정보 (컨텍스트: Context)를 파악하고, 상황에 맞는 서비스를 제공한다. 특히, 무선 네트워킹 기술은 현재의 유선 네트워킹 및 웹 기술을 넘어서 증강현실 (Augmented Reality) 기술과 결합되어 실감형 정보를 현실 세계에 증강한다. 넷째, 사용자는 PDA 같은 이동형 정보 장치를 넘어 입는 컴퓨터와 같은 다양한 유형의 차세대 휴대기기를 사용한다.

이러한 특징을 갖는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구현하기 위한 기술은 다음과 같다. 첫째, 사용자가 인식하지 못하는 형태로 현실 공간의 사물과 환경 속으로 스며든 센서를 이용하여 사용자 및 주변 환경 정보를 감지하는 센싱 기술 (Pervasive Sensing)이 필요하다. 둘째, 일상 생활 곳곳에 편재된 센서 및 컴퓨터들이 수집한 각종 환경 정보를 효과적으로 상호 공유하여 사용자 및 주변 환경의 컨텍스트를 생성하는 컨텍스트-인식 기술 (Context-Awareness)이 필요하다. 셋째, 정보 수집·처리·통신 등의 기능을 지닌 각각의 컴퓨터들이 기능적·공간적으로 연결되어 사용자에게 필요한 정보나 서비스를 즉시에 제공하기 위해 다양한 형태의 데이터를 저장·검색하기 위한 데이터베이스 기술과 유무선 네트워킹 간의 이음매 없는 상호 연동 기술이 필요하다. 넷째, 개인과 주변 환경을 자연스럽게 연결시켜 주는 증강현실 기술과 언제 어디서나 들고, 입고 다닐 수 있는 착용형 컴

* 중신회원

퓨팅 기술 (Wearable computing)이 필요하다. 다섯째, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 가정, 학교, 사무실, 자동차 등의 현실 생활에 실제로 적용되고 활성화 되기 위한 다양한 응용 서비스의 개발이 요구된다.

본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅과 관련된 기술 중에 센서 및 센싱 기술과 컨텍스트-인식 기술에 대한 연구 동향을 소개하고자 한다. 센서 및 센싱 기술과 컨텍스트-인식 기술은 서로 다른 연구 주제를 다루지만, 센서가 제공하는 센싱 정보를 바탕으로 하여 컨텍스트-인식 시스템이 동작하기 때문에 본 논문에서 함께 다루도록 한다. 2장에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 센서 및 센싱 기술의 전반적인 소개와 현재 풀어야 할 문제점들을 살펴본다. 3장에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용되는 컨텍스트의 개념과 컨텍스트-인식 시스템에 대한 연구 동향을 소개하고, 이러한 시스템들이 활성화 되기 위해 해결해야 하는 문제점들을 알아본다. 마지막 4장에서는 본 논문에서 다루지 못했지만 센서 및 센싱 기술과 컨텍스트-인식 기술에서 중요하게 연구되고 있는 점들을 소개한다.

2. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 센서 및 센싱 기술

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자를 위한 서비스를 제공하기 위해서는 사용자 및 주변 환경의 변화

를 감지하는 센서와 센싱 기술이 중요한 역할을 담당한다. 그러나 이러한 정보를 수집하기 위해 사용자에게 거부감이나 불편함 등을 주지 않고 일상 생활 공간의 사물과 환경 속으로 스며들어 동작하는 센서 기술과 용도에 맞는 센서의 선택과 적절한 배치를 위한 센싱 기술이 필요하다. 이를 위해, 유비쿼터스 컴퓨팅에서 사용되는 센서와 센싱 기술에 대해 살펴본다. 그리고 앞으로 해결해야 할 문제점들을 알아본다.

2.1 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 센서

센서를 사용자 및 주변 환경 변화를 감지하고 파악된 정보를 제공하는 개체로 정의할 때, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 사용자와 주변 환경에 대한 정보를 제공하는 모든 것을 센서로써 이용한다. 따라서 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 일상 생활 속의 모든 대상물들이 센서의 역할을 담당할 것이다. 이러한 측면에서 볼 때, 모든 종류의 센서를 나열하는 것 대신에, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용될 수 있는 센서의 특징을 파악하여 센서를 분류하는 방법을 소개한다.

먼저, 사용자 및 주변 환경의 정보를 제공하는 센서가 하드웨어로 또는 소프트웨어로 구현되는지에 따라 물리적 (physical) 센서와 논리적 (logical) 센서로 구분할 수 있다. 물리적 센서는 카메라 또는 빛지등과 같이 현실 공간에 배치되고, 물리적 신호를 시스템이 처리할 수 있는 정보로 변환하여 전달한다. 논리적 센서는 시스템 클릭, 이벤트 발생기 등과 같

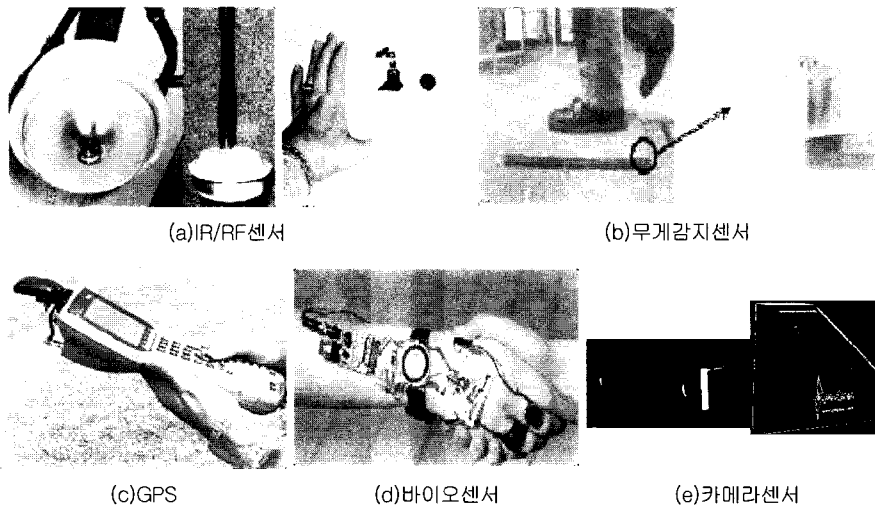


그림 1 센서의 예

이 물리적 공간이 아닌 시스템 안에 논리적으로 존재하며, 시스템에 직접 정보를 전달한다.

또한, 센서는 환경 변화를 감지하여 발생하는 신호의 처리 방법에 따라 능동적(active) 센서와 수동적(passive) 센서로 구분할 수 있다[3]. 능동적 센서는 RF(radio frequency) 발신기, 적외선(IR: infrared) 발신기, 초음파(ultrasonic), 레이더(radar) 등과 같이, 주변 환경에 탐지 신호(probe signal)를 직접 발생시켜 그 신호의 변화를 감지한다. 수동적 센서는 GPS(global positioning systems), 주위 음향(ambient audio), 엑스 비전(X-vision) 등과 같이 외부에서 보낸 신호 및 정보를 입력 받아 처리한다.

그리고 센서를 사용자가 들고 다니는 휴대용 센서와 주변 환경에 설치되는 비휴대용 센서로 구분할 수 있다. 휴대용 센서는 사용자 위치 추적을 위한 RF/적외선 등의 휴대용 발신기 및 수신기, GPS 수신기, 개인 정보를 위한 휴대용 메모리, 사용자의 맥박, 심전도 등의 생체 정보 파악을 위한 바이오 센서 등이 있다. 비휴대용 센서는 문, 벽, 천장, 바닥 등에 설치되는 지문인식 센서, 카메라, RF/적외선 발신기 및 수신기, 무게감지 센서 등이 있다. 그림 1은 현재 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용되는 대표적인 센서들을 보여준다.

마지막으로, 센서 구성에 따라 단순형 센서와 지능형 센서로 나눌 수 있다. 단순형 센서는 환경 변화를 감지하는 부분으로만 구성되어 낮은 수준의 신호만을 전달한다. 그러므로 단순형 센서는 독립적으로 존재하는 것이 아니라 신호를 처리하는 시스템에 직접 연결되어 시스템에 종속적인 정보만을 제공한다. 지능형 센서는 센싱 부분 이외에도 감지된 신호를 데이터로 처리하는 프로세싱 부분과 처리된 데이터를 네트워크로 연결된 시스템에 전달하는 네트워크 부분으로 구성됨으로써 특정 시스템에 종속되지 않고 보다 광범위하게 사용 가능하다.

2.2 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 센싱 기술

현재 유비쿼터스 컴퓨팅에서는 사용자 중심의 서비스를 제공하기 위해 사용자 위치, 신원, 대상물(object) 판별, 시간 정보, 사용자 의도 및 감성 등의 정보를 효과적으로 파악하기 위해 센싱 기술이 필요하다. 이것을 위해, 센싱 기술은 해당 정보에 맞는 센

서 선택 및 배치를 결정하고 센서가 감지한 신호를 혼합 및 분석하는 역할을 담당한다[4]. 현재 가장 활성화 되고 있는 센싱 기술로는 사용자의 위치를 파악하는 것이며, 그 이유는 사용자의 위치를 센싱하는 것이 사용자의 신원, 대상물 판별, 사용자 의도 및 감성 등의 정보를 파악하는 것보다 쉽기 때문이다.

사용자의 위치를 파악하는 센싱 기술은 다음과 같다. 액티브 배지(active badge)는 출입문에 RF 신호 감지기를 설치하고 사용자가 RF 신호 발신기를 휴대함으로써 사용자의 위치를 사무실 단위로 추적한다[5]. 그 후 액티브 배지는 보다 정교한 사용자 위치 추적을 위해 초음파 센서를 사용하여 3cm 정도의 인식 단위를 갖는 동시에 3차원 위치 정보를 제공하는 시스템으로 발전되었다. 이러한 형태의 센서는 적외선, 블루투스(Bluetooth) 등의 무선 통신 기술을 이용하여 지속적으로 향상되고 있다. 그리고 GPS는 실외형 위치 추적 센서로써 많이 활용되고 있다[6][7][8]. 또한, 사용자가 센싱 장치를 직접 가지고 다니는 불편함을 해결하기 위해, 센싱 장치가 환경 속에 설치되는 기술이 제안된다. 액티브 플로어(Active Floor)는 실내 환경 바닥에 무게 감지 센서를 50cm의 격자형태로 설치함으로써, 액티브 플로어 위에 있는 사용자의 무게를 감지하여 위치를 추적한다[9]. 이와 비슷한 개념으로 스마트 플로어(Smart Floor) 등이 개발되었다[10]. 그리고 바닥에 장치를 부착하는 것 대신에 3차원 카메라를 이용하여 사용자의 위치를 추적하는 센싱 기술도 널리 이용되고 있다[11].

사용자 인식과 대상물 판별을 위해서는 사용자 센싱 기술과 대상물 센싱 기술이 있다. 사용자 센싱 기술로는 신용카드[12][13]나 휴대용 메모리[14] 등에 저장된 사용자 신상 정보를 이용하는 방법과 사용자의 지문, 홍채, 음성, 얼굴 모양 등의 생체 정보[15]를 이용하는 기술이 있다. 또한, 물리적 센서를 사용하지 않고서도 사용자의 아이디(ID)와 패스워드(Password)를 이용하는 기술이 사용된다. 대상물 센싱 기술로는 대상물에 부착된 바코드(BarCode)를 판독하는 접촉형 기술[16]과 RFID를 통해 대상물을 파악하는 기술[17], 카메라를 사용하여 대상물의 일정한 형태를 해석하는 기술[18] 등의 비접촉형 기술이 있다.

시간 정보를 얻기 위한 센싱 기술로는 센서에 내장된 로컬 클럭(Clock)을 사용하여 시간 정보를 파악하거나 다른 센서들과 동기화를 맞추기 위해 센서

외부에 구현된 논리 클럭을 사용하는 것이 있다. 또한, 클럭이 제공하는 절대 시간 정보 이외에 사건이 발생한 전후 관계를 나타내는 상대 시간 정보를 인식하는 기술이 있다[19].

사용자 의도 및 감성 정보를 얻기 위한 센싱 기술은 사용자의 몸짓을 카메라 [20] 또는 추적 장치(motion tracking device) [21]를 이용하여 미리 약속된 사용자의 특정 몸짓이나 얼굴 표정들을 파악하는 것이다. 또한, 사용자의 회로에라 정보를 얼굴 표정 분석 [22]으로 파악하거나 사용자의 혈압, 맥박, 체온 등을 감지하여 흥분 상태 정보와 같은 감성 정보를 얻는 센싱 기술 [23]이 최근 개발되고 있다. 표 1은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 주로 사용되는 센서와 센싱 정보를 나타낸다.¹⁾

표 1 사용자와 주변 환경 정보의 변화 감지를 위한 센서와 센싱 정보의 예

| 신호처리 방법 | 구현 형태 ¹⁾ | 감지 정보 | 센서 종류 |
|----------------|---------------------|-----------------------------|------------|
| Active | 설치용 | 사용자 신원, 위치 | 무게감지센서 |
| | | 사용자 신원 | 바이오센서 |
| | 설치용/휴대용 | 사용자/대상물 식별 및 위치, 사용자 몸짓, 표정 | 카메라(2/3차원) |
| | 착용형 | 몸짓 | Tracker |
| 무형 | | 시간 | Clock |
| | | 사용자 신원 | 인증 센서 |
| Active/Passive | 휴대용 | 사용자 신원, 위치 | IR/RF |
| Passive | 휴대용 | 위치 | GPS |
| | | 사용자 신원 및 profile | 휴대용메모리 |

2.3 센서 및 센싱 기술의 문제점

앞으로의 센서 기술은 다음과 같은 문제점들을 해결해야 한다. 첫째, 센서의 가격이 지금보다 훨씬 저렴해져야 한다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 수천에서 수백만 개의 센서들이 일상 생활 곳곳에 배치되어 환경 변화를 감지할 것이다. 수많은 센서들을 설치하고 관리하기 위해서는 보다 현실화된 가격으로

센서를 사용할 수 있어야 한다. 둘째, 센서는 사용자가 불편함을 느끼지 않는 형태로 주변 환경에 스며들어야 한다. 이것은 센서의 크기가 반드시 작아야 한다는 것을 의미하는 것은 아니다. 다만, 사용자가 인지하지 못하게 하기 위해서는 환경과 조화를 이루며, 이를 위해 다양한 크기와 형태를 갖거나 자유롭게 변형 가능한 형태가 요구된다. 셋째, 센서는 자립적 관리 능력을 포함해야 한다. 다양한 종류와 수많은 센서들을 위한 전력과 사용 중에 발생하는 오류 처리를 관리자가 담당하는 것은 현재 뿐만 아니라 앞으로도 어려운 일이다. 따라서 센서가 갖는 컴퓨팅 기능을 이용한 자체 관리 능력과 네트워크 기능을 사용한 센서들 간의 상호 관리 기능을 위한 기술이 필요하다.

그리고 센싱 기술이 해결해야 하는 가장 큰 문제점은 정확도 높은 센싱 정보를 획득하는 것이다. 이를 위해서는 한 종류 센서가 제공하는 정보 뿐만 아니라 여러 종류의 센서들이 감지한 정보를 혼합하여 상호보완적 센싱 정보를 생성하는 기능을 위한 센싱 정보 통합 모형이 중요한 역할을 담당한다. 특히, 센서들 사이의 정보교환을 위해서 동형 및 이형 센서들 간 유·무선네트워킹 기술과 실시간으로 센싱 정보를 생성하기 위한 신호 처리 기술에 대한 집중적 연구가 필요하다.

3. 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 컨텍스트-인식 기술

유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 사용자 중심의 서비스를 제공하기 위해서는 사용자 및 사용자 주변 환경에 대한 정보를 분석하여 사용자의 니즈(needs)를 파악하는 컨텍스트-인식 기술이 중요한 역할을 담당한다. 본 장에서는 컨텍스트-인식 기술을 이해하기 위해, 컨텍스트의 정의와 컨텍스트-인식 기술에 대한 개념을 소개한다. 그리고 컨텍스트-인식 기술을 사용한 실제 구현 예를 알아보고, 현재 컨텍스트-인식 기술의 문제점들을 살펴본다.

3.1 컨텍스트의 정의

유비쿼터스 컴퓨팅에서 사용되는 컨텍스트의 개념은 아직까지 통일화된 정의가 없는 상태이며, 많은 연구자들이 독자적인 정의를 바탕으로 객관화된 컨텍스트의 개념을 정의하기 위한 시도가 꾸준히 진행되고 있다.

1) 물리적 형태(휴대용 : 소형 단말기 형태, 착용형 : 몸에 붙이거나 입는 형태, 설치용 : 주변 환경에 설치)/논리적 형태(무형)

초기 형태의 컨텍스트에 대한 정의는 다음과 같다. Brown [24] 등은 컨텍스트를 위치, 사용자 주변 인물에 대한 신원 정보, 시간, 계절, 온도 정보라고 정의하였다. Ryan [25] 등은 컨텍스트를 사용자의 위치, 환경, 신원 및 시간 정보라고 정의하였다. Dey [26] 등은 컨텍스트를 사용자의 감성 상태, 사용자가 주목하는 대상물, 위치, 시간, 사용자 주위의 인물과 대상물 등의 정보로 정의하였다. 그러나 이러한 정의들에서 언급되지 않은 정보들이 실제 중요한 컨텍스트적 역할을 담당함으로써, 보다 포괄적인 개념의 컨텍스트 정의가 요구되었다.

그 후, Schilit [27] 등은 사용자의 위치, 사용자 주변에 있는 사람 정보, 그리고 사용 가능한 자원(resource) 등의 정보를 컨텍스트라고 정의하였다. 이것은 사용자의 환경이 변화하여도 일관성 있는 컨텍스트의 개념이 적용될 수 있는 특징을 나타낸다. Dey [28] 등은 컨텍스트를 사용자의 물리적, 사회적, 감성 및 정보화된 상태라 정의하였고, Pascoe [29] 등은 사용자가 관심을 나타내는 특별 개체에 대한 물리적, 개념적 상태 정보라고 정의하였다. 그리고 Dey [30] 등은 이러한 정의들을 종합하여 컨텍스트를 사용자와 응용서비스 사이의 상호작용을 위해 필요한 사용자, 장소, 대상물 등의 개체 상태를 나타내는 정보라고 정의하였으며, 이 개념이 최근 여러 사람들에 의해 많이 참조가 되고 있다.

그러나 기존의 컨텍스트 개념은 각각의 응용서비스를 개발하는데 적합하지만, 개발된 응용서비스들 간의 상호작용을 위해서는 여러가지 문제점을 나타낸다. 예를 들어, 각각의 응용서비스에서 사용되는 컨텍스트 정보는 해당 응용서비스에 종속적이기 때문에 다른 응용서비스에서 사용이 불가능하거나 다시 변경되는 단점을 나타내고 있다. 이를 해결하기 위해 Jang [31][32][33] 등은 컨텍스트란 5W1H: Who, What, Where, When, Why, How 이며, 응용서비스에 따라 5W1H의 조합으로 나타난다고 정의하였다. 이 정의는 일반적인 컨텍스트의 내용과 통일된 표현 방법을 제안함으로써 서로 다른 응용서비스에서 공통으로 사용될 수 있는 특징을 나타낸다.

3.2 컨텍스트-인식 시스템의 분류

컨텍스트가 사용자의 니즈를 나타내는 정보라고 하면, 컨텍스트-인식 시스템은 이러한 정보를 기반

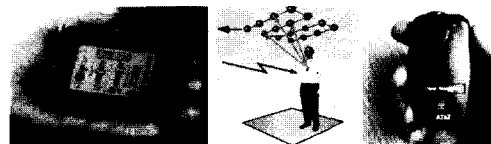
으로 적절한 서비스를 제공하는 시스템을 의미한다. 그러나 현재까지 컨텍스트 개념의 정립되지 않은 것과 마찬가지로, 컨텍스트-인식 시스템에 관한 여러 종류의 개념들이 공존하고 있다. 초기의 컨텍스트-인식 시스템의 개념으로써, Schilit [34] 등은 사용자나 대상물 주변에 있는 소프트웨어 집합으로써, 현재의 위치나 시간의 흐름에 맞게 스스로를 변형하는 것으로 컨텍스트-인식 시스템을 정의하였다.

그 후 정의된 컨텍스트-인식 시스템은 크게 두 종류로 나뉜다. 첫째, Hull [35], Pascoe [29][36], Dey [26], Salber [37] 등이 정의한 것으로써 주변 환경의 변화를 감지하여 컨텍스트를 파악하고, 컨텍스트 정보에 따라 적절한 서비스를 제공하는 것이다. 둘째, Ryan [38], Brown [39], Fickas [40] 등 이외에도 많은 연구자들이 정의한 것으로써 컨텍스트에 맞추어 시스템의 실행 조건이나 주변 환경을 스스로 변경하는 것이다.

그리고 이러한 여러 종류의 컨텍스트-인식 시스템이 갖는 공통적 특징을 기반으로 하는 분류 방법들이 소개되었다[27][29][30]. 이 분류법들은 사용자의 컨텍스트와 관련된 서비스 자원들을 사용자가 선택하도록 제공하거나(서비스 선택), 컨텍스트의 변화에 맞춰 적절한 서비스를 자동으로 실행시키거나(서비스 자동 실행), 다양한 디스플레이 장치를 이용하여 정보를 나타내거나(정보 디스플레이), 정보를 대상물에 직접 증강시키는 것(정보 증강) 등으로 분류되며 대부분의 컨텍스트-인식 시스템들을 이 범주로 구분할 수 있다.

3.3 컨텍스트-인식 시스템의 예

현재 유비쿼터스 컴퓨팅 분야에서 컨텍스트-인식 기술에 대한 중요성이 증가함에 따라 컨텍스트-인식 시스템과 응용 서비스에 대한 개발이 활발하게 진행



(a)PARCTAB

(b)Active Badge

그림 2 사무환경을 위한 컨텍스트-인식 시스템의 예

되고 있다. 여러 연구기관에서 진행하고 있는 컨텍스트-인식 기술을 쉽게 파악하기 위해 사무 환경, 가정 환경, 공동 작업 환경, 교육 환경, 실내 환경 등의 응용 서비스 분야로 나누어 살펴본다.

그림 2와 같이, 사무 환경에 적용되는 컨텍스트 인식 시스템은 사용자의 위치 기반의 서비스를 주로 제공한다. Xerox PARC의 PARCTAB [41][42]은 현재의 모바일 단말기의 개념을 제시하였고, 무선 네트워크 기술을 이용하여 사무 환경의 사용자 위치 정보를 이용한 서비스를 제공하였다. AT&T의 Active Badge [5][43]는 사무 환경의 사용자 정보와 위치 정보를 이용하여 사용자에게 걸려온 외부 전화를 해당 사용자에게 자동으로 연결하는 등의 서비스를 제공한다.



(a)AwareHome (b)EasyLiving (c)ubiHome

그림 3 가정 환경을 위한 컨텍스트-인식 시스템의 예

그림 3과 같이, 가정 환경 중심의 컨텍스트 인식 시스템은 거주자의 몸짓, 생활 패턴, 위치 정보 등 일상 생활 속에서 발생하는 다양한 컨텍스트를 이용하여 거주 환경을 조정하거나 정보 가전 기기 등을 쉽게 제어할 수 있는 서비스를 제공한다. GATECH의 AwareHome [44][45]은 혼자 사는 노인들의 위치 정보와 활동 상태 정보를 파악하여 병원이나 보호자에게 알려주는 서비스를 제공한다. Microsoft의 EasyLiving 프로젝트 [46]는 사용자 신원, 위치, 대상물 인식 정보를 이용하여 정보 가전 기기를 제어하는 지능형 가정 환경을 구축하고 있다. Colorado



(a)i-LAND (b)IntelligentRoom (c)Workspace

그림 4 공동 작업 환경을 위한 컨텍스트-인식 시스템의 예

Univ.의 Coleman 프로젝트 [47]는 거주자의 생활 패턴을 학습하여 자동화된 거주 환경을 제공하고, 가족 구성원들 간에 정보를 효과적으로 교환할 수 있는 가정 환경을 구축하고 있다. KJIST의 ubiHome [32][33][34][48][49]은 거실 환경에서 거주자의 5WIH에 맞춰 정보 가전 기기를 이용하여 자동화된 서비스 제공하는 환경을 구축하고 있다.

그림 4와 같이, 회의실, 실험실 등의 공동 작업 환경을 위한 컨텍스트-인식 시스템들은 구성원들 간의 효과적인 정보 공유를 위해서 PDA, 노트북 등의 개인용 장치 뿐만 아니라 벽, 문, 스크린 등의 대형 디스플레이 장치 사이의 정보 교환 및 정보 디스플레이를 제공하는 서비스나 대상물 자체에 정보를 증강시키는 서비스를 제공한다. GMD의 i-LAND 프로젝트 [50]는 문, 벽, 테이블, 의자 등의 공동 작업 공간에 있는 대상물에 정보를 나타내는 시스템을 구축하고 있다. MIT AI Lab.의 IntelligentRoom [51]은 공동 작업 공간에서 사용자의 몸짓 및 음성 정보를 이용하여 정보 기기를 제어하는 시스템을 구축하고 있다. Stanford의 Workspace 프로젝트 [52][53]는 공동 작업 공간에서 정보를 효과적으로 공유하기 위해 이동형 단말기에서 대형 프로젝트까지의 다양한 정보 기기들을 이용하여 이종 기기간의 상호작용을 효과적으로 지원하는 시스템을 만들고 있다.



(a)eClass (b)SmartRooms (c)NaviCam

그림 5 강의 환경 및 실내 환경을 위한 컨텍스트-인식 시스템의 예

그림 5와 같이, 강의실 등의 교육 환경을 위한 컨텍스트-인식 시스템으로는 GATECH의 eClass [54][55]가 강의 환경에서의 발생하는 중요한 사건들을 자동으로 기록하고 나중에 재생할 수 있는 서비스를 제공하고 있으며, 그 외에 실내 환경에서 적용될 수 있는 컨텍스트-인식 시스템으로는 MIT Media Lab.의 SmartRooms [56]이 방안에 있는 사용자의 신원 정보와 사용자의 팔동작을 인식하여, 가상의 대상물과 상호작용 하는 방법을 제공하며, Sony의 NaviCam

[57] [58]은 바코드를 카메라로 분석하여 대상물의 정보를 파악하고 해당정보를 사용자가 착용한 HMD (Head Mounted Display)에 나타내는 서비스를 제공한다. 표 2는 다양한 컨텍스트-인식 시스템의 특징을 나타낸다.

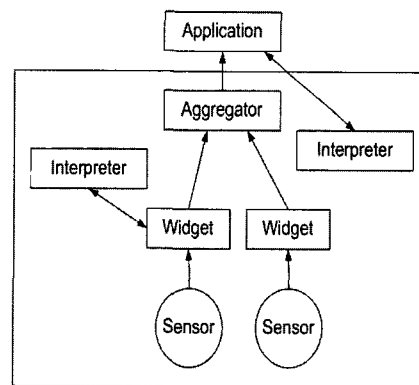
표 2 컨텍스트-인식 시스템 및 응용 서비스의 특징

| 적용 대상 | 범주 | 시스템 | 연구기관 | 컨텍스트 타입 ²⁾ |
|----------|----------|------------------|----------------|-----------------------|
| 사무 환경 | 정보 디스플레이 | PARCTAB | Xerox PARC | Where, Who |
| | 서비스 선택 | ActiveBadge | AT&T | Where, Who |
| | 서비스 선택 | EasyLiving | MicroSoft | Who, What, Where |
| 공통 작업 환경 | 서비스 자동실행 | AwareHome | GATECH | Who, Where, When, How |
| | | Coleman | Colorado Univ. | Who, What, When, How |
| | | ubiHome | KJIST | 5W1H |
| 공통 작업 환경 | 정보증강 | Workspace | Standford | What, Where |
| | 정보 디스플레이 | i-LAND | GMD | What, Where |
| 교육 환경 | 정보 디스플레이 | Intelligent-Room | MIT AI Lab. | What, How |
| | | eClass | GATECH | What, When |
| 실내 환경 | 서비스 자동실행 | SmartRoom | MIT Media Lab. | Who, How |
| | 정보증강 | NaviCAM | Sony | What, when |

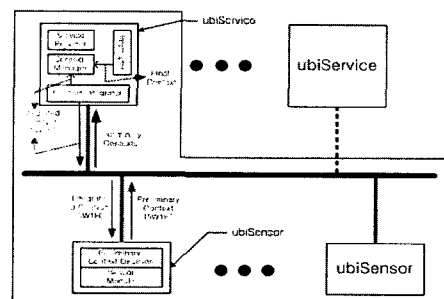
3.4 컨텍스트-인식 시스템의 문제점

컨텍스트-인식 시스템은 모든 사용자에게 동일한 서비스를 제공하거나 서비스를 실행시키기 위해 사용자가 직접 명령을 내리는 기존의 응용서비스 시스템과는 달리, 사용자의 상태에 따라 차별화 되고 자동화된 서비스를 보장한다. 그러나 컨텍스트-인식 시스템이 활성화 되기 위해서는 다음과 같은 문제점이 해결되어야 한다. 첫째, 포괄적 의미를 내포하는 동시에 일관성 있는 적용이 가능한 컨텍스트의 정의가 필요하다. 각각의 응용서비스에 따라 정의된 컨텍스트의 개념은 여러 서비스들 간의 상호작용을 지

원하지 못하고 있기 때문이다. 둘째, 컨텍스트를 활용한 응용서비스를 쉽게 구현할 수 있는 통일된 컨텍스트-인식 모형이 개발되어야 한다. 그림 6과 같이, 현재 사용되고 있는 컨텍스트-인식 모형으로는 GATECH의 ContextToolkit [59]이 있으며, 센서와 응용서비스 사이의 종속성 문제를 해결하기 위해 센서와 응용 서비스 사이에 컨텍스트를 관리하는 중간 매개체를 사용한다. 그러나 응용 서비스가 컨텍스트를 사용하기 위해서는 중간 매개체를 새로 작성하거나 기존의 중간 매개체와 복잡하게 연결해야 하는 문제점을 나타낸다. 반면, KJIST의 ubi-UCAM [32] [33]은 이러한 문제점을 해결하기 위해 중간 매개체의 기능을 센서와 응용서비스로 분할함으로써 센서와 응용서비스 사이의 간편한 결합 구조 및 독립성을 보장한다. 셋째, 일반 사용자들이 공감할 수 있는 매력적인 응용서비스 (Killer Application) 개발을 위한 시나리오와 이러한 기술들이 사회학적으로 미칠 파급효과에 대한 고찰을 위해 다양한 분야의 연구자들과의 협력이 필요하다.



(a)ContextToolkit(GATECH)



(b)ubi-UCAM(KJIST)

그림 6 컨텍스트-인식 모형의 예

- 2) Who: 사용자 신원 정보, What: 대상물 판별 정보, Where: 위치 정보, When: 시간 정보, How: 사용자 몸짓/외부 명령, Why: 의도/감성 정보

4. 결론

본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구성하는 중요 요소 중에 사용자와 사용자의 주변 환경 변화를 감지하여 정보를 생성하는 센싱 기술과 이러한 정보를 이용하여 사용자에게 적절한 서비스를 제공하는 컨텍스트-인식 시스템의 기술 동향에 대해 소개하였다. 그밖에 센서 및 센싱 기술에서 다뤄지고 있는 중요한 연구로는 센서에 제공되는 전력공급을 위해 사용자의 생체 에너지를 이용하거나 걸을 때 발생하는 운동에너지를 이용하는 방법과 사용자의 의도 및 감성 정보를 파악하기 위한 연구가 진행되고 있다. 컨텍스트-인식 기술에서는 언제 어디서나 사용자 정보를 파악함으로써 발생하는 사생활 보호 문제의 해결과 보다 다양한 사용자의 의도 및 감성 정보를 파악하기 위한 연구가 진행되고 있다.

참고문헌

- [1] Mark Weiser, <http://www.ubiq.com/weiser/>
- [2] 우운택, "유비쿼터스 컴퓨팅이 바꾸는 미래", 마이크로소프트웨어 2003년 3월호, pp.410-413.
- [3] B.Yoshimi, "On sensor frameworks for pervasive systems," In Proc. of Workshop on Software Engineering for Wearable and Pervasive Computing, Jun. 2000.
- [4] B. V. Dasarathy, "Sensor fusion potential exploitation: Innovative architectures and illustrative approaches," In Proceeding of IEEE, vol.85, pp.24- 38, Jan. 1997.
- [5] Active Badge, <http://www.uk.research.att.com/ab.html>
- [6] S. Long, R. Kooper, G. D. Abowd, and C. G. Atkeson., "Rapid prototyping of mobile context-aware applications: The cyberguide case study," In Proc. of conference on Human Factors in Computing Systems, 1996.
- [7] S. Feiner, B. MacIntyre, T. Hollerer, and A. Webster, "A touring machine: Prototyping 3D mobile augmented reality systems for exploring the urban environment," In Proc. of International Symposium on wearable computing (ISWC'97 Cambridge, MA), pp. 74-81, Oct. 1997.
- [8] N. Davies, K. Cheverst, K. Mitchell, and A. Friday, "Caches in the air: Disseminating tourist information in the guide system," In Proc. of the 3rd International Symposium on Wearable Computers (ISEC'99, New Orleans, Louisiana), pp. 21-28, Oct. 1999.
- [9] M. D. Addlesee, A. H. Jones, F. Livesey, and F.S. Samaria, "ORL Active Floor," IEEE Personal Communications, vol. 4, no. 5, pp. 35-41, Oct. 1997.
- [10] R.J. Orr, and G. D. Abowd, "The Smart Floor: A Mechanism for Natural User Identification and Tracking," In the Proc. of the 2000 Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2000, The Hague, Netherlands), Apr. 2000.
- [11] P. Bahl, V. N. Padmanabhan, "Enhancements to the RADAR user location and tracking system," Technical Report MSR-TR2000-12, Microsoft Research, Redmond, WA, USA, Feb. 2000.
- [12] Smart Card, <http://www.gemplus.com/basics/index.html>
- [13] 스마트카드, http://www.kisa.or.kr/technology/sub2/current_smartcard.htm
- [14] 오유수, 장세이, 우운택, "스마트키를 이용한 사용자 인증 및 환경제어", 한국신호처리학술대회, 제15권, 제1호, pp. 264, 2002.
- [15] 생체 인식 기술, <http://www.hunno.com/technology/tech01.asp>
- [16] 바코드, <http://www.barcode.com/>
- [17] RFID, <http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/>
- [18] R. Campbell, and J. Krumm, "Object Recognition for an Intelligent Room," IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Jun. 2000.
- [19] M. Terry, E. D. Mynatt, K. Ryall, and D. L. Leigh, "Social net: Using patterns of physical proximity over time to infer shared interests," In Extended Abstracts of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2002, Minneapolis, Minnesota)

- pp. 816-817, 2002.
- [20] Y. Sato, Y. Kobayashi, and H. Koike, "Fast Tracking of Hands and Fingertips in Infrared Images for Augmented Desk Interface," In The fourth International Conference on Automatic Face and Gesture-Recognition (Grenoble, France), Mar. 2000.
- [21] Motion Tracking, <http://www-sop.inria.fr/epidaure/BIBLIO/Keyword/MOTION-TRACKING.html>
- [22] R.W. Picard, "Toward Agents that Recognize Emotion," Actes Proceedings IMAGINA, pp. 153-165, Mar. 1998.
- [23] Affective Computing, <http://affect.media.mit.edu/>
- [24] P.J. Brown, J. D. Bovey, and X. Chen, "Context-Aware Applications: From the Laboratory to the Marketplace," IEEE Personal Communications, 4(5), pp.58-64, 1997.
- [25] N. S. Ryan, J. Pascoe, and D. R. Morse, "Enhanced Reality Fieldwork: the Context-Aware Archaeological," Computer Applications in Archaeology, 1997.
- [26] A.K. Dey, "Context-Aware Computing: The CyberDesk Project," AAAI 1998 Spring Symposium on Intelligent Environments, Technical Report SS-98-02, pp. 51-54, 1998.
- [27] B. Schilit, N. Adams, and R. Want, "Context-Aware Computing Applications," 1st International Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp.85-90, 1994.
- [28] A.K. Dey, G. D. Abowd, and A. Wood, "A CyberDesk: A Framework for Providing Self-Integrating Context-Aware Services," Knowledge-Based Systems, 11, pp.3-13, 1999.
- [29] J. Pascoe, "Adding Generic Contextual Capabilities to Wearable Computers," 2nd International Symposium on Wearable Computers, pp. 92-99, 1998.
- [30] A. K. Dey, and G. D. Abowd, "Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness," In Proceedings of the CHI 2000 Workshop on The What, Who, Where, When, and How of Context-Awareness (The Hague, Netherlands), Apr. 2000.
- [31] 장세이, 우운택, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 컨텍스트 기반 애플리케이션 구조", 한국정보과학회 HCI 논문집, 제2권, pp. 346-351, 2003.
- [32] 장세이, 우운택, "ubiHome을 위한 컨텍스트 기반 응용 서비스 모형", 한국정보과학회 논문지, (계재예정), 2003.
- [33] S.Jang, and W.Woo, "ubi-UCAM: A Unified Context-Aware Application Model," LNAI (Context 2003, 계재예정), 2003.
- [34] B. Schilit, and M. Theimer, "M. Disseminating Active Map Information to Mobile Hosts," IEEE Network, 8(5), pp.22-32, 1994.
- [35] R. Hull, P. Neaves, and J. Bedford-Roberts, "Towards Situated Computing," 1st International Symposium on Wearable Computers, pp. 146-153, 1997.
- [36] 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.
- [37] D. Salber, A. K. Dey, and G. D. Abowd, "Ubiquitous Computing: Defining an HCI Research Agenda for an Emerging Interaction Paradigm," Georgia Tech GVU Technical Report GIT-GVU-98-01, 1998.
- [38] N. Ryan, "Mobile Computing in a Fieldwork Environment: Metadata Elements," Project working document, ver0.2, 1997.
- [39] P.J. Brown, "Triggering Information by Context," Personal Technologies, 2(1), pp.1-9, 1998
- [40] S. Fickas, G. Kortuem, and Z. Segall, "Software Organization for Dynamic and Adaptable Wearable Systems," 1st International Symposium on Wearable Computers, pp.56-63, 1997.
- [41] R. Want, B. N. Schilit, N. I. Adams, R. Gold, K. Petersen, D. Goldberg, J. R. Ellis and M. Weiser, "The PARCTAB Ubiquitous Computing Experiment," Technical Report CSL-95-1, Xerox Palo Alto Research Center, Mar. 1995.
- [42] B. Schilit, N. Adams, R. Gold, M. Tso and R. Want, "The PARCTAB Mobile Computing

- System" In Proceedings of the Fourth Workshop on Workstation Operating Systems (WWOS-IV, Napa, CA), pp. 34-39, Oct. 1993.
- [43] A. Harter, A. Hopper, P. Steggles, A. Ward, and P. Webster, "The Anatomy of a Context-Aware Application," In Proceedings of 5th Ann. ACM/IEEE Int'l Conf. Mobile Computing and Networking (MobiCom99, New York), pp.59-68, 1999.
- [44] I. Essa, "Ubiquitous Sensing for Smart and Aware Environments: Technologies towards the building of an Aware Home," Position Paper for the DARPA/NSF/NIST Workshop on Smart Environments, Jul. 1999.
- [45] C.D Kidd, R. Orr, G. Abowd, C. Atkeson, I. Essa, B. MacIntyre, E. Mynatt, T. Starner, and W. Newsletter, "The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research," In the Proceedings of the Second International Workshop on Cooperative Buildings (CoBuild'99) Position paper, Oct. 1999.
- [46] S. Shafer, J. Krumm, B. Brumitt, B. Meyers, M. Czerwinski, and D. Robbins, "The New EasyLiving Project at Microsoft Research," Joint DARPA/NIST SmartSpace Workshop, Jul. 1998.
- [47] Coleman, <http://www.cs.colorado.edu/~l3d/clever/>
- [48] 장세이, 이승현, 우운택, "스마트 홈 연구 동향 및 전망", 전자공학회지, 제28권, pp. 1359-1371, 2001.
- [49] 윤재석, 이승현, 서영정, 유재하, 우운택, "스마트 환경에서의 사용자 인식 및 위치 추적을 위한 정보 통합 시스템", 한국정보과학회 HCI 논문집, 2002.
- [50] N.A. Streitz, J. Geibler, T. Holmer, S. Konomi, C. Muller-Tomfelde, W.Reisch, P. Rexroth, P. Seitz, and R. Stenmetz, "i-LAND: An interactive Landscape for Creativity and Innovation," ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '99, Pittsburgh, PA, U.S.A.), May. 1999.
- [51] IntelligentRoom, <http://www.ai.mit.edu/projects/iroom/index.shtml>
- [52] B. Johanson, G. Hutchins, T. Winograd, and M. Stone, "The Interactive Workspaces Project: Experiences with Ubiquitous Computing Rooms," IEEE Pervasive Computing Magazine 1(2), April-June, 2002.
- [53] J. Borchers, M. Ringer, J. Tyler, and A. Fox, "Stanford Interactive Workspaces: A Framework for Physical and Graphical User Interface Prototyping," IEEE Wireless Communications, special issue on Smart Homes. Dec. 2002.
- [54] G.D. Abowd, "Classroom 2000: An Experiment with the Instrumentation of a Living Educational Environment," IBM Systems Journal, Special issue on Pervasive Computing, vol. 38, no. 4, pp. 508-530, Oct. 1999.
- [55] M. Pimentel, Y. Ishiguro, B. Kerimbaev, G.D. Abowd, and M. Guzdial, "Supporting Educational Activities through Dynamic Web Interfaces," Interacting with Computers, special issue on interacting with the active Web. Vol. 13, no. 3, pp. 353-374, February, 2001.
- [56] SmartRooms, <http://vismod.www.media.mit.edu/vismod/demos/smartroom/name/>
- [57] J. Rekimoto, and K. Nagao, "The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments," User Interface Software and Technology (UIST '95), 1995.
- [58] J. Rekimoto, and Y. Ayatsuka, "The Magnifying Glass Approach to Augmented Reality Systems," International Conference on Artificial Reality and Tele-Existence '95 / Conference on Virtual Reality Software and Technology (ICAT/VRST '95), 1995.
- [59] D. Salber, A.K. Dey and G.D. Abowd, "The Context Toolkit: Aiding the Development of Context-Aware Applications," In the Workshop on Software Engineering for Wearable and Pervasive Computing (Limerick, Ireland), Jun. 2000.

장 세 이



1997 서강대학교 전자계산학과(학사)
1999 서강대학교 전자계산학과(석사)
1999~현재 광주과학기술원 정보통신
공학과 박사과정
관심분야 : Ubiquitous Computing,
Context-awareness, Pervasive Sensing
E-mail : jangsei@kjist.ac.kr

우 운 택



1989 경북대학교 전자공학과(학사)
1991 포항공과대학교 전기전자공학과
(석사)
1998 University of Southern California,
전기공학과(박사)
1991~1992 삼성종합기술연구소 연구원
1999~2001 ATR, Japan 초빙 연구원
2001~현재 광주과학기술원 정보통신공
학과 조교수
관심분야 : Ubiquitous Computing, Wear-
able Computing, HCI, 3D Vision,
Mixed/Augmented Reality, Net-
worked Virtual Environment
E-mail : wwoo@kjist.ac.kr

Japan-Korea Joint Workshop

• **on Algorithms and Computation** •

(워크샵 개최)

- 일 자 : 2003년 7월 3~4일
- 장 소 : 일본 동북대학(Tohoku University, Sendai, Japan)
- 주 최 : 컴퓨터이론연구회
- 상세안내 : <http://www.dais.is.tohoku.ac.jp/waac03/index.html>