

## 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 컨텍스트 인식 및 컨텍스트 인식 응용 서비스 제작 기술

장 세 이\*, 우 운 택\*\*

### Survey of Context-awareness & Context-aware Service Technology in Ubiquitous Computing Environment

Seiie Jang\*, Woontack Woo\*\*

#### I. 서론

일상 생활에서 사용되는 서비스가 사용자의 현재 상태를 파악하여 사용자의 직접적인 명령 없이 자동으로 실행되는 환경은 더 이상 SF 영화에나 등장하는 먼 미래의 얘기만은 아니다. 현재 우리의 삶 속에서 동작하고 있는 자동화 서비스의 예를 살펴보면, 은행이나 쇼핑몰 등에 있는 자동문은 사용자가 일정한 센싱 영역에 있는지를 판단하여 자동으로 문을 개폐하고 있다.

또한, 상점에서 판매되고 있는 대부분의 물건에 부착된 바코드를 이용하여 구입한 물건에 대한 가격을 쉽게 계산할 수 있는 등의 서비스 등은 일상생활에서 자연스럽게 사용되고 있다. 그러나 현재의 서비스들은 사용자의 상태를 고려하지 않고 센서가 감지한 신호에 무조건 반응하여 모든 사용자에게 동일한 서비스만을 제공하는 수준에 머무르고 있다.

반면, 이러한 자동화 서비스들은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 구축되어지면서 사용자의 상태를 고려하여 그에 적절한 서비스를 제공하는 지능형 서비스로 진화할 것이다. 즉, 일상 생활 곳곳에 편재되어진 다양한 형태의 센서와 컴퓨팅 자원을 통해 사용자 및 사용자가 있

는 환경에 대한 상태 정보를 파악하여, 그 상태에 맞는 서비스가 사용자에게 자동으로 제공되는 것이다.

예를 들어 건물에 설치된 자동문의 경우, 걸음 속도가 느린 고령자에게는 출입문의 개폐시간이 길게 적용되고 빠르게 움직이는 청년층에게는 짧은 개폐시간이 적용되어 냉난방 효과를 극대화 할 것이다. 또한, 편의점에서 물건을 구입할 경우에도 사용자가 구입하고자 하는 물품목록을 파악하여 해당 품목 등을 쉽게 찾을 수 있도록 사용자의 착용형 디스플레이에 품목의 위치와 가격 등의 정보가 나타나는 서비스가 제공되는 것이다.

이러한 지능형 서비스를 구현하기 위해서는 사용자와 사용자 주변 환경에 대한 정보를 파악하는 컨텍스트 인식 기술이 중요한 역할을 담당할 것이다. 본 논문에서는 컨텍스트 인식 기술에 대한 소개와 컨텍스트 인식 기술을 가지고 응용 서비스를 쉽게 구현하기 위한 방법을 소개하고자 한다.

II장에서는 컨텍스트의 정의와 컨텍스트 인식 기술 동향을 설명한다. III장에서는 컨텍스트 인식 응용 서비스를 제작하기 위한 개발툴에 대해 살펴본다. 그리고 마지막 IV장에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 컨텍스트 인식 기술과 응용 서비스의 개발 방향에 대해 생각해보고자 한다.

\* 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정

\*\* 광주과학기술원 정보통신공학과 교수

## II. 컨텍스트 정의 및 컨텍스트 인식 기술 동향

현재 사용되고 있는 컨텍스트의 개념은 시스템에 대한 상태를 미리 파악하고 해당 상태에 맞는 적절한 작업을 미리 수행함으로써 시스템의 성능이나 반응 속도를 향상시키기 위해 사용되고 있다. 이러한 컨텍스트의 개념은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 사용자 중심의 서비스를 제공하기 위한 분에서도 적용되고 있다. 특히, 적절한 서비스를 제공하기 위해 사용자의 상황 정보를 파악하는 컨텍스트 인식 분야가 대표적인 예이다. 그러나 복잡한 사용자의 상태를 적절하게 나타내기 어렵기 때문에 사용자와 사용자 주변 환경에 대한 상태 정보를 어떻게 정의해야 하는지에 대해서는 아직도 많은 연구가 진행되고 있다.

### 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.

Schilit [1] 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. Pascoe [2] 등은 사용자가 관심을 나타내는 특별 개체에 대한 물리적, 개념적 상태 정보라고 정의하였다. 그리고 Dey [3] 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.

이러한 컨텍스트에 대한 개념은 사용자 및 사용자 주변에 대한 상태 정보를 나타내는 구성요소가 무엇인가에 초점을 맞춰져 정의되어 있다. 그러나 실제 컨텍스트 인식 응용 서비스를 개발하기 위해 기존의 컨텍스트 정의에서 지적되고 있는 개체를 어떻게 나타낼 것인가를 고려하면, 각각의 응용 서비스에 따라 자의적

으로 해석된 컨텍스트가 사용될 것이다. 따라서 사용자의 상황 정보를 구체적이면서도 포괄적으로 나타내는 정의가 필요로 되고 있다.

이를 해결하기 위해 Jang [4][5][6] 등은 컨텍스트란 5W1H: Who, What, Where, When, Why, How 이며, 응용 서비스에 따라 5W1H의 조합으로 나타난다고 정의하였다. 이 정의는 5W1H에 대한 정보를 "컨텍스트 라이브러리" 등과 같은 약속된 표현 방법에 따라 나타냄으로써 여러 응용 서비스에서 공동으로 사용할 수 있으며, 필요한 컨텍스트에 대한 목록을 업데이트 함으로써 응용 서비스간 상호작용을 보장하는 특징을 갖는다.

### 2. 컨텍스트 인식 기술의 동향

현재 국내·외적으로 활발하게 진행되고 있는 컨텍스트 인식 기술로는 위치 기반 서비스(location-based service)가 있다. 위치 기반 서비스는 휴대폰, PDA 등과 같은 단말기의 위치를 추적하여 해당 위치에서의 지역 정보를 제공하거나 등록된 단말기의 위치 정보 등을 제공하고 있다.

예를 들어, CyberGuide [7]는 GPS를 이용하여 여행자의 위치 정보와 건물 그리고 길에 대한 정보 등을 사용자의 PDA에 나타낸다. Stick-e Note [8]는 사막, 들판 등의 실외에서 텍스트, 사운드 등의 데이터 파일에 위치, 시간, 온도, 날씨 등의 환경 정보를 함께 저장하여, 그 후 해당 환경 조건이 만족할 때 저장된 데이터 정보를 PDA에 나타낸다. 또한, 국내 통신 회사들은 GPS를 통해 획득한 위치정보를 이용하여 사용자의 PCS 또는 PDA 등에 현재 위치와 교통 정보 등을 나타내고 있다 [9].

그러나 보다 지능적인 서비스를 제공하기 위해 위치 정보뿐만 아니라 사용자의 신원 정보, 시간 정보, 사용자 의도 및 감성 정보를 이용하여 서비스를 제공하는 연구들이 진행되고 있다. 예를 들어 AwareHome [10]은 혼자 사는 노인들의 위치 정보와 활동 상태 정보를 파악하여 병원이나 보호자에게 알려주는 서비스를 제공한다. EasyLiving [11] 프로젝트는 사용자 신원, 위치, 대상물 인식 정보를 이용하여 정보가전 기기를 제어하는 지능형 가정환경 서비스를 제공한다.

IntelligentRoom[12]은 공동 작업 공간에서 사용자의 몸짓 및 음성 정보를 이용하여 정보 기기를 제어하는 환경을 제공한다.

이러한 다양한 형태의 컨텍스트를 효과적으로 생성하기 위한 연구도 병행되어 진행되고 있다.

Coleman[13] 프로젝트는 신경망 (neural net)을 이용하여 사용자의 생활 패턴을 인식하여 사용자의 생활 변화를 감지하는 시스템을 개발하고 있다. TEA-system[14]에서는 센서와 응용 서비스들을 통합하여 다양한 센서에서 생성하는 컨텍스트를 응용 서비스들이 사용할 수 있도록 하는 시스템을 개발하고 있다. 그러나 이러한 시스템들은 컨텍스트를 생성하는 센서와 컨텍스트를 이용하는 응용 서비스간에 종속성을 나타내는 문제점을 갖는다. 이를 해결하기 위해 Context Toolkit[15]과 ubi-UCAM[6]은 센서와 응용 서비스 사이의 독립성을 제공하고 컨텍스트를 생성할 수 있는 시스템으로 개발되었다. Context Toolkit과 ubi-UCAM에 대해서는 다음 장에서 자세히 살펴보도록 하자.

### III. 컨텍스트 인식 응용 서비스 개발물

기존의 컨텍스트 인식 응용 서비스들은 센서와 응용 서비스 사이의 종속성으로 인해 응용 서비스의 개발과 업데이트에 많은 문제점을 나타내었다. 예를 들어, 센서가 고장이 나거나 기존의 센서를 새로운 센서와 교체할 경우에 응용 서비스의 소스코드를 새롭게 수정하는 불편함이 발생한다. 또한, 응용 서비스를 개발하기 위해서 센서의 물리적 특성까지 파악해야하는 개발상의 어려움으로 인해 컨텍스트 인식 응용 서비스 개발의 보편화가 늦어지고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 센서와 응용 서비스 사이의 독립성을 보장하고 응용 서비스 개발자가 센서의 물리적 특성을 알지 못해도 센싱 정보를 이용할 수 있는 컨텍스트 인식 응용 서비스 개발물의 연구가 진행되고 있다.

#### 1. Context Toolkit

GATECH의 CTK(context toolkit)은 응용 서비스와

센서 사이에 독립적으로 컨텍스트를 생성하는 중간 매개체를 사용한다.

그림 1과 같이, Widget, Aggregator, Interpreter 등으로 구성된 CTK는 센서에서 생성된 신호를 Widget에서 미리 정의된 이벤트(event)로 변환시켜 응용 서비스에서 설정한 이벤트들을 총괄하는 Aggregator로 전달한다. Aggregator는 응용 서비스가 특정 이벤트를 설정하거나 설정된 이벤트가 발생되면 이를 해당 응용 서비스에 전달함으로써 응용 서비스의 특정 기능을 수행시킨다. 또한 Interpreter는 발생한 이벤트를 Widget이나 응용 서비스에서 사용할 수 있는 형태로 재해석하는 역할을 담당한다.

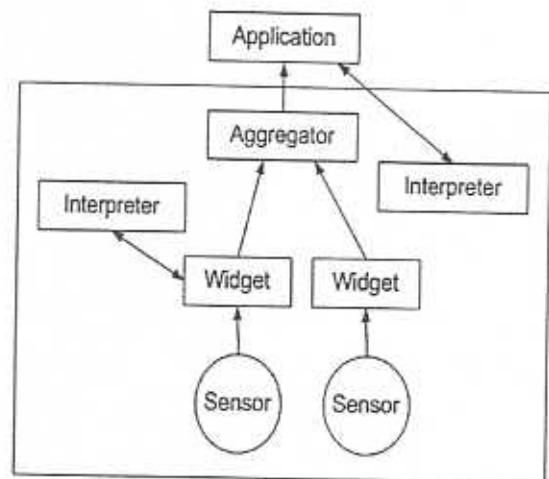


그림 1. Context Toolkit의 구성도

Fig 1. Context Toolkit architecture

특히, CTK는 기존에 개발된 응용 서비스들을 큰 수정 없이 컨텍스트 인식 응용 서비스들로 변경할 수 있는 방법을 제공하는 것과 다양한 응용 서비스에서 요구하는 복잡한 형태의 컨텍스트를 다단계의 Interpreter와 Aggregator를 거쳐 표현할 수 있다는 것을 특징으로 갖는다.

그러나 사용자의 컨텍스트에 따라 제공되는 응용 서비스는 개발자에 의해 미리 정의되기 때문에 사용자의 상태 변화에 따른 유동적인 서비스 제공이 힘들다는 단점을 갖는다. 또한 응용 서비스는 Interpreter와 Aggregator에 용도에 맞는 컨텍스트를 정의하기 때문에 생성된 컨텍스트는 다른 응용 서비스가 재사용하기 힘들다는 문제점을 나타낸다.

2. ubi-UCAM 2.0

KJIST의 ubi-UCAM 2.0(unified context based application model for ubiquitous computing environment)은 응용 서비스와 센서 사이에 교환되는 컨텍스트 정보를 단일화하여 응용 서비스와 센서 사이의 독립성을 보장한다. ubi-UCAM 2.0은 그림 2와 같이 ubiSensor와 ubiService로 구성되며 각각의 역할은 다음과 같다.

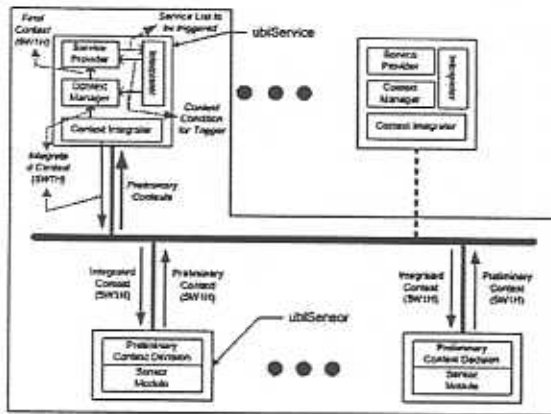


그림 2 ubi-UCAM 2.0의 구성도

Fig 2 ubi-UCAM architecture

ubiSensor는 감지된 신호를 해석하여 SWTH 형태의 초별 컨텍스트를 네트워크상에 연결된 ubiService들로 멀티캐스팅 (multi-casting) 한다. 유비서비스는 전달받은 초별 컨텍스트를 수집하여 컨텍스트 통합 (context fusion) 기법을 사용하여 정확성과 강건성을 갖는 SWTH 형태의 통합 컨텍스트를 생성하고 응용 서비스의 특정 기능이 수행에 필요한 매개변수 형태의 최종 컨텍스트를 생성한다. 또한 ubiService는 사용자가 지정한 컨텍스트 조건과 실행될 서비스 항목을 관리하여 생성된 통합 컨텍스트와 컨텍스트 조건을 비교하여 일치되는 컨텍스트 조건이 발생되면 그에 대응되는 서비스를 자동으로 실행시킨다.

특히, ubi-UCAM은 ubiSensor가 생성한 컨텍스트가 컨텍스트 라이브러리를 참조하여 생성됨으로써 여러 종류의 ubiService들이 공동으로 사용함으로써 컨텍스트의 재사용성을 보장한다. 그리고 사용자가 서비스 실행에 사용될 컨텍스트 조건을 설정할 수 있으며, 동시

에 신경망 (neural net) 등을 이용해 사용자가 설정한 컨텍스트 조건에 대한 학습을 통해 사용자의 컨텍스트 변화에 자동으로 반응하는 자율성을 보장한다. 그러나 ubiSensor와 ubiService 모두 컨텍스트를 생성하고 처리하는 모듈을 포함하기 때문에 두 모듈이 상대적으로 무겁다는 점과 단일화된 컨텍스트를 위해 사용된 컨텍스트 라이브러리에 의해 복잡한 컨텍스트를 표현하기 어렵다는 문제점을 나타낸다.

3. Context Toolkit과 ubi-UCAM 2.0 의 비교

CTK와 ubi-UCAM은 센서와 응용 서비스 사이의 독립성을 제공하고, 개발자에게 보다 쉬운 작업환경을 제공한다는 특징을 갖는다.

표 1. CTK 및 ubi-UCAM2.0의 비교

Table 1. Comparison between CTK & ubi-UCAM 2.0

특징	CTK	ubi-UCAM 2.0
응용서비스와 센서의 독립성	Context Widget	단일화된 컨텍스트
컨텍스트 표현 범위	애플리케이션 목적에 따라 개발자가 직접 정의	센서 및 응용 서비스간 공유되는 컨텍스트 라이브러리 정의
컨텍스트 생성 단계	컨텍스트 표현 방법에 따라 변경이 가능하며, 다단계의 interpreter, aggregator 생성	3단계의 컨텍스트 생성 구조 단계 (preliminary, integrated, final context)
응용서비스 사이의 상호작용	동일한 aggregator 사용 시 가능	임의의 상호 작용성 보장
개발자에게 제공되는 라이브러리	Based object, widget class	context integrator, context manager, interpreter, service provider class
개발자를 위한 편의성	개발자가 모든 부분을 개별적으로 구현해야 함.	Service Provider에 제공하고자 하는 서비스만 정의하면 됨.
사용자를 위한 편의성	고려 안함.	Interpreter에서 제공하는 GUI를 이용하여 컨텍스트 조건을 자신의 용도에 맞게 세팅할 수 있음.

특히, CTK는 개발자에게 센서로부터 생성된 신호를 컨텍스트로 변환하여 응용서비스까지 안전하게 전달될 수 있는 네트워킹 부분에 초점을 맞추어 개발되었다.

반면, ubi-UCAM은 단일화된 컨텍스트를 처리하기 위해 필요한 신호 수집, 혼합, 의사 결정 등의 기본 컨텍스트 처리 모듈을 제공함으로써 제공하고자하는 서비스만을 구현할 수 있는 환경을 제공하고, 동시에 일반 사용자의 편의성을 고려하여 컨텍스트 조건을 각자 조정할 수 있는 환경을 위해 개발되었다. 표 1은 CTK와 ubi-UCAM 2.0의 특징을 나타내고 있다.

또한, 표 2와 3에서는 컨텍스트 인식 응용서비스를 개발하는 개발자와 서비스를 사용하는 일반 사용자에서 바라본 CTK와 ubi-UCAM의 장단점에 대한 분석을 나타내고 있다.

표 2 개발자 입장에서 본 CTK와 ubi-UCAM 2.0 비교  
Table 2. Developer's View of CTK and ubi-UCAM 2.0

	CTK	ubi-UCAM 2.0
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 센서 및 응용 서비스의 독립성 보장</li> <li>· 다양한 형태의 컨텍스트 생성 가능</li> <li>· 기존의 네 방식 기반의 컨텍스트 처리 기법</li> <li>· 기존의 응용서비스들을 컨텍스트 인식 응용 서비스로 변경 용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 센서 및 응용 서비스의 독립성 보장</li> <li>· 컨텍스트 처리 모듈 제공</li> <li>· 단일화된 컨텍스트 및 응용 서비스에 최적화된 컨텍스트 생성</li> <li>· 개발자 및 사용자 모두를 고려한 편리성 제공</li> <li>· 응용 서비스 사이의 상호작용 보장</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 일관성 있는 컨텍스트의 관리가 어렵다 (개발자에 따른 interpreter 및 aggregator 관리 문제)</li> <li>· 컨텍스트 처리에 관련 모듈을 직접 구현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 센서 및 응용 서비스 모듈이 무겁다</li> <li>· 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 기반 구조 지원 필요</li> <li>· 컨텍스트 라이브러리의 관리 문제</li> </ul>

표 3. 사용자 입장에서본 CTK와 ubi-UCAM 2.0의 비교  
Table 3. User view of CTK & ubi-UCAM

CTK	ubi-UCAM 2.0
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 사용자의 편리성이 고려 안됨</li> <li>· 모든 사용자에게 동일하게 적용되는 컨텍스트 조건</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 사용자에게 맞춤형 개인화된 서비스 환경 제공</li> <li>· 학습 모듈로 인한 지능화된 서비스 제공</li> </ul>

#### IV. 결론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 일상 생활 곳곳에 다양한 종류의 센서와 응용 서비스가 편재되어 있을 것이다. 특히, 사용자의 컨텍스트를 파악하기 위해 편재되어 있는 센서는 환경 변화를 감지하는 센싱 기능과 함께 네트워킹 및 프로세싱 기능을 동시에 지원할 것이다. 또한, 응용 서비스는 다양한 센서로부터 전달되는 컨텍스트를 통해 파악된 서비스를 제공할 것이다. 이때 응용 서비스는 다른 응용 서비스와 상호작용을 통해 사용자의 니즈에 알맞은 적절한 응용 서비스의 조합을 유동성 있게 제공하는 형태로 발전될 것이다.

이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구축하기 위해서는 센서와 응용서비스가 독립적이면서도 쉽게 상호작용을 할 수 있는 개발 환경을 제공하는 연구가 필요하다. 또한, 일반 사용자들이 공감할 수 있는 매력적인 응용 서비스(Killer Application) 개발을 위한 시나리오와 이러한 기술들이 미칠 사회학적 파급 효과에 대한 고찰이 병행되어야 할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] B. Schilit, N. Adams, and R. Want, "Context-Aware Computing Applications," 1st International Workshop on Mobile Computing Systems and Applications., pp.85-90, 1994.
- [2] J. Pascoe, "Adding Generic Contextual Capabilities to Wearable Computers," 2nd International Symposium on Wearable Computers, pp. 92-99, 1998

- [3] 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.
- [4] 장세이, 우운택, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 컨텍스트 기반 애플리케이션 구조", 한국정보과학회 HCI 논문집, 제2권, pp. 346-351, 2003.
- [5] 장세이, 우운택, " ubiHome을 위한 컨텍스트 기반 응용 서비스 모형", 한국정보과학회 논문지, Vol.30, ISSN1229-6848, pp.550-558, 2003.
- [6] S.Jang, and W.Woo, "ubi-UCAM: A Unified Context-Aware Application Model," Lecture Note Artificial Intelligence, Vol. 2680, pp.178-189, 2003.
- [7] J.Rekimoto, K. Nagao, The world through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environment, ACM Symposium on UIST, Vol.14, No.17, PP.29-36, November 1995.
- [8] Long, S., et al. Rapid Prototyping of Mobile Context-aware Applications: The Cyberguide Case Study. 2nd ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom96), November, 1996.
- [9] '이동통신업체, 앞다퉀 LBS 사업 본격화-SK텔레콤, 시범 서비스 준비중 ·KTF, 상용화 돌입' enable Business, vol.37, April 2002
- [10] 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
- [11] 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.
- [12] IntelligentRoom, <http://www.ai.mit.edu/projects/iroom/index.shtml>
- [13] Coleman, <http://www.cs.colorado.edu/~13d/clever/>
- [14] A. Schmidt, K. A. Aidoo, A. Takaluoma, U. Tuomela, K. Van Laerhoven, and W. Van de Velde. Advanced interaction in context. In H.W. Gellersen, editor, Proc. of First International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC99), volume 1707 of LNCS, pages 89--101. Springer-Verlag, 1999.
- [15] 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.

저자소개

張世二



1997년 서강대학교 전자계산학과 학사  
 1999년 서강대학교 전자계산학과 석사  
 1999년~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정

禹雲澤



1989년 경북대학교 전자공학과 학사  
 1991년 포항공과대학교 전기전자공학과 석사  
 1998년 University of Southern California, Electrical Engineering System 박사  
 2001년~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 조교수