

# 사용자의 복합 상황 인지를 위한 다중 레벨 모바일 컨텍스트 모델

이미연\*, 이정원\*\*, 박승수\*  
\*이화여자대학교 컴퓨터공학과  
\*\*아주대학교 전자공학과

e-mail : ailmy@ewhain.net, jungwony@ajou.ac.kr, spark@ewha.ac.kr

## A Multi-Level Mobile Context Model for Complex User Context Awareness

Meeyeon Lee\*, Jung-Won Lee\*\*, Seung Soo Park\*

\*Dept. of Computer Science and Engineering, Ewha Womans University

\*\*Dept. of Electrical and Computer Engineering, Ajou University

### 요 약

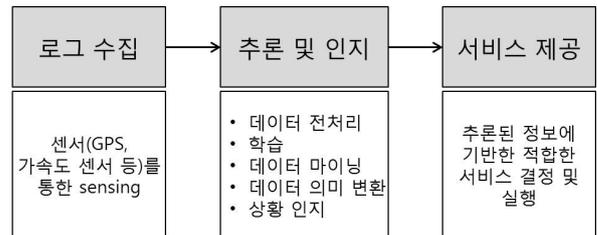
스마트 폰을 비롯한 다양한 모바일 기기는 사용자 중심의 정보 수집과 상황 인지 및 서비스 제공에 적합한 환경이다. 하지만 사용자에게 의미 있는 서비스를 제공하기 위해서는 단순한 환경 상태 또는 행동에 대한 추론보다는 사용자의 행동에 대한 목적과 의도를 파악할 수 있어야 한다. 즉, 주변 환경 상태와 사용자의 행동 이력, 현재의 행동 등을 종합하여 사용자가 필요로 하는 서비스를 예측하고 결정할 수 있는 상황 모델이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 사용자의 일상 생활 상에서의 중요한 일정을 추적하여 적합한 모바일 서비스를 제공하기 위한 기반 지식 모델로서 계층적인 모바일 컨텍스트 모델을 제안하고자 한다. 기존의 상-하위 컨텍스트 모델을 세분화하고 의미 있는 컨텍스트를 추가하여 서비스를 결정하는데 중요한 기반 정보로 활용될 수 있도록 한다.

### 1. 서론

최근 다양한 모바일 기기의 발달로 인해 모바일 환경에서의 정보 수집과 사용자의 상황 추론, 지능형 서비스 제공에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 널리 보급되어 사용되고 있는 스마트 폰은 다양한 센서를 내장하고 있고, 사용자가 특별한 구속감을 느끼지 않고 밀착된 상태에서 사용하기 때문에 사용자 중심의 정보를 수집하기에 용이하다. 뿐만 아니라, 스마트 폰 이전의 기존 휴대폰들이 제공할 수 있는 서비스는 기본적인 폰 설정이나 단순 콘텐츠 추천 등이었지만, 스마트 폰은 폰 상에서 실행될 수 있는 다양한 어플리케이션으로 인해 서비스의 종류가 다양화되고 활용도도 증가하였다. 따라서 스마트 폰을 활용한 사용자의 상황 인식과 지능화된 서비스에 대한 요구와 가능성이 높아지고 있다고 할 수 있다.

스마트 폰을 활용한 지능 기술은 일반적으로 그림 1 과 같은 과정을 따른다[1]. GPS, 가속도 센서, 조도 센서, 마이크로폰 등과 같은 내장 센서를 통해 환경적인 정보와 사용자의 폰 사용 내역과 같은 정보도 수집 가능하다. 하지만 이러한 저수준의 센싱 데이터로부터 의미 있는 정보를 파악하기 위해서는 데이터

전처리 기술과 데이터 마이닝과 같은 정보 처리 기술을 활용한 학습 과정이 필요하다. 학습 모델을 기반으로 현재 상황에 대한 추론 및 인지를 통해 생성된 정보는 서비스를 예측하는데 결정적인 정보로 활용되고 최종적으로 선택된 서비스가 사용자에게 제공된다.



(그림 1) 모바일 기기를 활용한 지능 기술

하지만 일반적으로 스마트 폰을 통한 상황 인지가 그림 1 과 같은 단계를 거친다고 하더라도, 제공하고 자 하는 목표 서비스에 따라 수집해야 하는 로그 데이터와 추론해야 하는 상황 모델이 달라진다. 모바일 컨텍스트와 상황 인지에 대한 기존 연구들은 대부분 스마트 폰의 설정 상태(화면 밝기, 글씨 크기 등)를 자동 변화시키거나 사용자의 상태에 따라 콘텐츠를

\* 이 논문은 2011 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2011-0005305).

추천하거나 사용자의 위치를 추적하는 등의 서비스를 목표로 하고 있다[2, 3, 4]. 이들 연구들은 컨텍스트를 주변 환경 정보, 사용자 정보, 위치 정보, 시간 정보 등으로 분류 및 정의하고, 원시 데이터로부터 컨텍스트를 추론한 후 적합한 서비스를 실행한다. 하지만 기존 연구들은 제공하고자 하는 서비스가 단순하기 때문에 추론하고자 하는 상위 컨텍스트가 단일 레벨인 컨텍스트 모델로 지원이 가능하였지만, 목표 서비스가 다양해지고 복합 상황에 대한 추론이 필요한 경우에는 한계가 있다.

따라서 본 논문에서는 사용자의 상태에 따라 스마트 폰 상의 다양한 어플리케이션을 서비스로 제공하고자 하는 최종 목표를 전제로, 서비스 사용과 연관된 사용자의 상태를 인지할 수 있는 모바일 컨텍스트 모델을 제안한다.

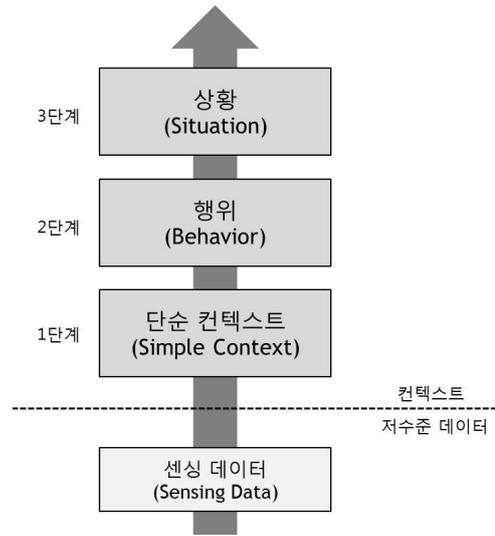
## 2. 모바일 컨텍스트 모델

스마트 폰의 사용자는 특정 상황에서 특정 목적을 가지고 서비스를 사용한다. 즉, 사용자가 사용하는 서비스에는 사용자의 현재 상태뿐만 아니라 앞으로의 상태와 의도가 내포되어 있다고 할 수 있다. 따라서 본 논문이 최종 목표로 하는 서비스 예측과 실행을 위해서는 사용자의 단일 행동이나 단일 상태에 대한 인지보다는 목표와 의도가 담긴 복합적인 상황을 인지할 수 있어야 한다. 예를 들어, “사용자가 걷고 있다”와 같은 단일 행동으로부터는 사용자의 현재 의도나 목표를 전혀 파악할 수 없다. 하지만 “사용자가 출근 준비 중이다”와 같은 복합 상황은 사용자의 현재 상태뿐만 아니라 목표(출근)와 미래의 상태(출근하기 위해 실외로 이동, 버스 탑승 등)까지도 추론할 수 있기 때문에 필요 서비스(교통정보 확인 서비스 등)를 예측할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 복합 컨텍스트를 인지하기 위해, 그림 2 에 보인 것과 같이 컨텍스트를 계층적으로 분류하고, 최상위 컨텍스트로서 사용자의 일상생활 상에서의 중요한 상황을 모델링하였다. 대부분의 기존의 연구들이 모바일 컨텍스트를 상-하위 컨텍스트로 구분하는 이분법적 모델을 가지고 있지만, 본 논문에서 제안하는 계층적 모델은 저수준의 센싱 데이터를 컨텍스트로부터 분리하고, 컨텍스트의 크기와 복잡도에 따라 3 가지 레벨로 분류하여 모델링하였다.

### 2.1 센싱 데이터

일반적으로 기존의 모바일 컨텍스트 모델들은 센서로부터 수집한 저수준의 데이터를 하위 컨텍스트로 간주하고, 이로부터 추론한 환경 상태나 사용자의 상태 및 행위를 상위 컨텍스트로 분류한다. 하지만 센싱 데이터는 본 논문에서 제안하는 모델에서는 컨텍스트에 포함하지 않고, 분리된 개념으로 다룬다. 센싱 데이터는 스마트 폰의 5 개의 센서(GPS, 가속도 센서, 조도 센서, 마이크로폰, 스마트 폰)로부터 12 가지의 데이터(위도, 경도, 광량, 시간 등)를 수집한다[5]. 스마트 폰을 활용하여 데이터를 수집하고 저장하는 기

술은 본 논문의 선행 연구[5]에서 다루었기 때문에 본 논문에서는 3 가지 레벨의 컨텍스트 모델에 초점을 맞춘다.



(그림 2) 모바일 컨텍스트 모델

### 2.2 단순 컨텍스트

1 단계 컨텍스트인 “단순 컨텍스트”는 저수준의 센싱 데이터가 간단한 전처리 과정을 거쳐 의미 있는 정보로 변환된 형태이다. 2.1 절과 [5]에서 설명한 12 가지의 센싱 데이터는 대부분 숫자 형태로 수집되어 그 의미를 파악하기 어려운 원시 데이터이다. 따라서 각 데이터를 의미적으로 분류하거나 변형하는 가공 과정을 거친다. 표 1 은 각 컨텍스트의 의미와 가공된 후의 데이터 형태를 보이고 있다.

<표 1> 단순 컨텍스트 분류

컨텍스트	설명	값 범위
time	데이터 수집 시간	yyyy.mm.dd .HH.mm.ss
AppID	사용 서비스	String
outerSpeed	폰의 이동 속도	{1, 2, 3}
pMovement	폰의 움직임 정도	{1, 2, 3}
site	실외/실내	{0, 1}
illumination	폰 주변 밝기	{1, 2, 3}
noise	폰 주변 소음	{1, 2, 3}
mode	폰 벨소리 상태	{1, 2, 3}
space	의미적 위치	{0, 1, 2, 3, 4, 5}
longitude	경도 좌표	Real
latitude	위도 좌표	Real
weather	날씨 정도	{0, 1, 2}

하지만 1 단계의 컨텍스트도 각각의 항목이 의미를 가지기는 하지만 연관성이나 사용자의 상태를 파악하기에는 한계가 있다.

### 2.3 행위 컨텍스트

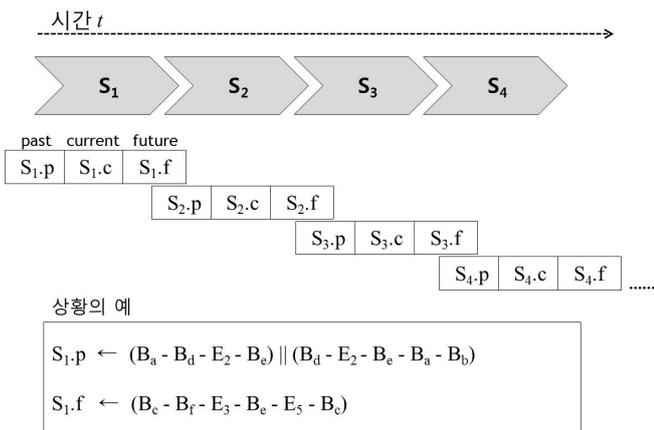
2 단계 컨텍스트인 “행위 컨텍스트”는 사용자의 행동을 의미한다. 본 연구에서는 사용자의 일상생활 중

에서 발생할 수 있는 행동들 중, 21 가지의 행위를 정의하고 있다. 2.2 절에서 가공한 12 가지 정보의 컨텍스트로부터 행위 컨텍스트를 추론할 수 있는데, 기존 연구들이 사용해왔던 데이터 마이닝 기법(의사 결정 트리, 베이지안 네트워크, HMM 등)을 사용할 수 있다.

대부분의 기존 모바일 상황 인지 연구들은 추론하고자 하는 최상위 컨텍스트가 그림 2 의 1 단계 또는 2 단계 컨텍스트이다. 하지만 두 단계의 컨텍스트는 사용자가 사용하는 스마트 폰 상의 서비스와 밀접한 관련이 있다고 보기 어렵다. 따라서 하위 단계인 단순 컨텍스트와 행위 컨텍스트의 조합으로 추론할 수 있는 최상위 단계인 “상황 컨텍스트”를 설계하였고, 다음 절에서 자세하게 설명한다.

### 2.4 상황 컨텍스트

최상위 컨텍스트인 “상황 컨텍스트”는 주변 환경의 변화 또는 사용자 행동의 일련의 연속으로 구성되는 복합적인 상태이다. 즉, 사용자의 단일 행위가 아니라, 2.3 절에서 정의한 21 가지의 행위 컨텍스트 또는 환경의 변화의 연속적인 발생으로부터 인지 가능한 상황이다. 본 논문의 계층적 컨텍스트 모델은 사용자의 일상생활을 추적하여 각 상황에 적합한 서비스를 제공하는 기반으로 참조되기 때문에, “상황”은 일상생활 상에서의 주요 상황을 모델링하였다. 따라서 그림 3 과 같이 사용자의 일상을 각 상황(S<sub>i</sub>)들의 연결로 가정하여 일상생활을 상황 컨텍스트로 추적할 수 있도록 하였다. 또한 이들의 시간상의 모호함과 연속성을 반영하기 위해 각 상황의 완료 정도에 따라 과거/현재/미래의 3 가지 완료 상태로 구분하고, 이전 상황의 미래 상태(S<sub>i.f</sub>)와 다음 상황의 과거 상태(S<sub>2.p</sub>)가 연결되어 하위 컨텍스트에 따라 유연하게 추론될 수 있도록 하였다.



(그림 3) 상황 컨텍스트 모델링

그림 3 에서 상황의 예로 보였듯이, 각 상황은 일정 시간 동안 사용자의 특정 행동(B<sub>j</sub>)과 환경 상태(E<sub>k</sub>)가 발생할 경우에 추론할 수 있다. 예를 들어, 사용자가 행위 B<sub>a</sub> 을 한 후에 환경 상태가 E<sub>2</sub> 로 변화하고 사용

자가 행위 B<sub>c</sub> 를 하고 있다면, 현재 사용자는 S<sub>1.p</sub> 상황에 있다고 추론 가능하다. 즉, 각 상황은 1 단계의 단순 컨텍스트와 2 단계의 행위 컨텍스트의 일정한 패턴으로 표현할 수 있고, 이러한 패턴을 기반으로 사용자의 현재 상황을 추론할 수 있다.

상황을 판단하는데 결정적인 근거가 되는 패턴은 하위 컨텍스트들로 구성되고, 학습 과정을 거쳐 사용자 별로 개인 패턴을 분석함으로써 추론의 정확도와 맞춤성을 보장할 수 있다. 또한 학습 과정에서 각 상황에 사용자가 빈번하게 사용하는 서비스를 분석하면, 사용자의 개입하지 않고 서비스를 예측하여 자동 실행하는 기능이 가능해질 것이다.

### 3. 온톨로지 기반 모델링

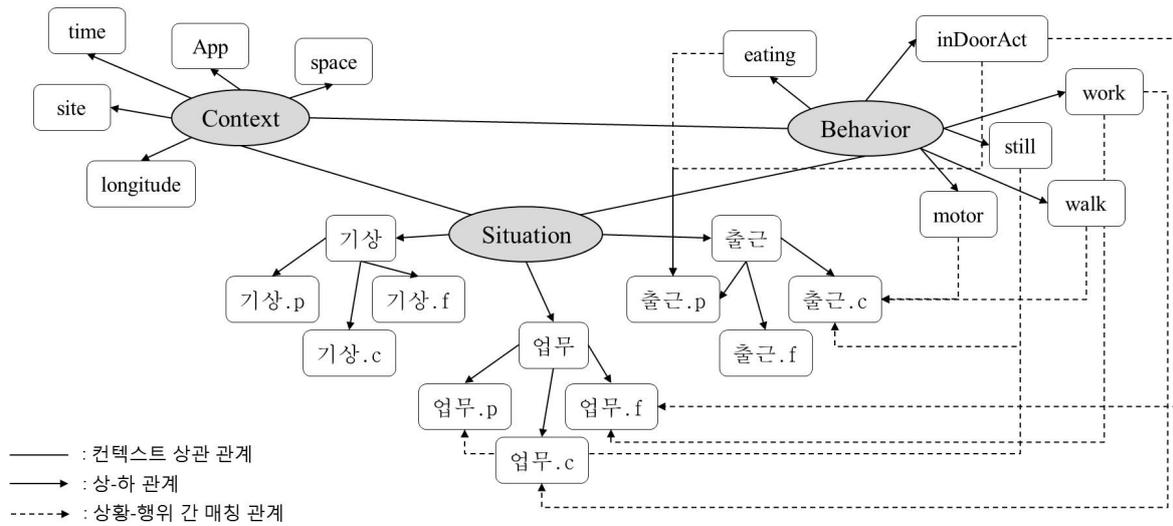
2 장에서 제안한 다중 레벨의 모바일 컨텍스트 모델을 온톨로지로 설계하였다. 그림 4 는 설계한 온톨로지의 일부분을 도식화한 그림이다. 온톨로지는 2 장의 각 절에서 설명한 컨텍스트의 분류와 속성값뿐만 아니라, 서로간의 관계를 나타내고 있다.

- 컨텍스트 상관 관계: 3 가지 단계의 컨텍스트는 상위 컨텍스트를 추론하기 위한 기반 정보로 활용되는 관계이다.
- 상-하 관계: 컨텍스트는 상-하 관계로 분류된다.
- 상황-행위 간 매칭 관계: 각 상황 컨텍스트를 대표하는 행위 컨텍스트를 매칭하여 발생한 행위의 패턴을 통해 상황을 결정할 수 있도록 한다.

1 단계의 단순 컨텍스트와 2 단계의 행위 컨텍스트는 베이지안 네트워크 모델로 연결되기 때문에, 온톨로지 내에는 주로 2 단계 행위 컨텍스트와 3 단계 상황 컨텍스트를 표현하였다. 이 온톨로지는 센싱 데이터로부터 최상위 단계인 상황 컨텍스트를 인지하기 위한 단계별 경로와 매칭 규칙을 제시하는 기반 지식 모델로 활용될 수 있을 것이다.

### 4. 결론 및 향후 연구

스마트 폰을 기반으로 사용자 관련 정보를 수집하고 유용한 서비스를 제공하기 위해서는 사용자의 현재 상태를 인지할 수 있는 기반 모델이 필요하다. 본 논문에서는 스마트 폰의 다양한 서비스 사용과 연관될 수 있는 사용자의 의미 있는 컨텍스트를 인지할 수 있는 새로운 모바일 컨텍스트 모델을 제안하였다. 원시 데이터로부터 추론 가능한 컨텍스트를 3 가지 단계로 분류하고 최상위 단계의 상황 컨텍스트를 생성하여, 사용자의 일상생활 상에서의 상황을 추론할 수 있도록 함으로써 연관 서비스를 예측할 수 있는 기반을 마련하였다. 향후에는 이 모델을 기반으로 각 단계의 컨텍스트를 추론하여 모바일 서비스를 예측하고 실행할 수 있는 시스템을 개발할 예정이다.



(그림 4) 온톨로지 기반 모바일 컨텍스트 모델링 (일부분)

### 참고문헌

- [1] 김경중, 조성배, “상황인지 휴대폰 기술개발 동향”, IITA 주간기술동향, 1280 호, pp.26-35, 2007.
- [2] P. Korpipää, J. Mäntyjärvi, J. Kela, H. Keränen, E.J. Malm, “Managing Context Information in Mobile Devices”, Pervasive Computing, Vol.2, No.3, pp.42-51, 2003
- [3] N. Weissenberg, R. Gartmann, A. Voisard, “An Ontology-Based Approach to Personalized Situation-Aware Mobile Service Supply”, Geoinformatica, Vol.10, No.1, pp.55-90, 2006
- [4] H.Y. Noh, J.H. Lee, S.W. Oh, K.S. Hwang, S.B. Cho, “Exploiting indoor location and mobile information for context-awareness service”, Information Processing and Management, 2011
- [5] 김지훈, 박창규, 이정원, “스마트폰 기반 사용자 상황추론을 위한 폰 탑재용 컨텍스트 생성기 설계”, 한국 소프트웨어공학기술 합동 워크샵, 제 9 권 제 1 호, pp.49-50, 2011