

## 스마트폰의 UI/UX 향상을 위한 상황인식 프레임워크 개발 및 응용\*

신춘성\*\* · 박병하\*\*\* · 정광모\*\*\*\*

### Context-aware Framework and Applications for Improving UI and UX of Smartphones\*

Choonsung Shin\*\* · Byoung-Ha Park\*\*\* · Kwang-Mo Jung\*\*\*\*

#### ■ Abstract ■

With the recent advance in smartphones, users are allowed to use mobile applications anytime anywhere, and change their way to interact with smart environment and people. As a result, the need for developing context-aware applications on smartphones has a great attention from users and developers.

This paper proposes a context-aware framework for supporting UI/UX of smartphones. The proposed framework collects a wide range of sensory data from smartphones and allows developers to analyze and model context models for their desired apps. In addition, it also supports real-time inference within the apps to make them to adapt to context. In order to show effectiveness of the proposed framework, we introduce two smartphone apps: context-aware home screen and automatic detection of smartphone problem use. Therefore, we expect that the proposed framework will help developers easily implement their apps with respect to context-awareness.

Keyword : Mobile Context-Awareness, Machine Learning, Human-Computer Interaction

논문투고일 : 2013년 07월 26일      논문수정완료일 : 2014년 02월 20일      논문게재확정일 : 2014년 02월 24일

\* 본 연구는 산업통상자원부의 차세대 스마트러닝 산업지원센터 구축 사업의 지원으로 수행됨.

\*\* 전자부품연구원 실감정보플랫폼연구센터 선임연구원

\*\*\* 전자부품연구원 실감정보플랫폼연구센터 책임연구원

\*\*\*\* 전자부품연구원 실감정보플랫폼연구센터 센터장

## 1. 서 론

최근 스마트 기기가 널리 보급됨에 따라 모바일 사용자의 상황에 따라 적절한 UI/UX를 제공하는 스마트 기기 응용이 활발하게 개발 및 확산되고 있다. 스마트 기기에서 지도앱으로 널리 쓰이고 있는 구글맵<sup>1)</sup>은 사용자의 위치와 방향을 인식하고, 지도를 활용해 현 위치의 지리정보와 교통정보 등을 제공한다. BerlinTainment 시스템은 위치 정보를 기반으로 동작하는 엔터테인먼트 응용이다[21]. 증강 현실 분야에서도 위치 및 방향 정보를 활용해 사용자 주변과 관련된 정보를 시각화하는 응용이 개발되었다[20]. 헬스케어 영역에서도 사용자의 생체신호 및 활동 정보를 활용하는 모바일 응용이 개발되고 있다[22]. 이러한 응용은 상황정보를 토대로 사용자에게 적절한 사용자 인터페이스와 경험을 제공하고 있다. 스마트 기기의 성능이 향상되고, 기능이 다양해짐에 따라 이러한 형태의 응용 개발은 지속적으로 성장할 것으로 예상된다.

이러한 상황인식 응용은 사용자가 필요할 때 개별적 요구 조건과 방법으로 개발이 가능하지만, 이들 응용의 개발을 효과적으로 돕기 위해서는 일관된 프로세스를 제공하는 프레임워크가 필요하다. 상황인식 응용을 개발하기 위해서는 다양한 센싱 정보를 필요로 할 뿐 아니라, 이들을 처리하고 가공하여 응용에 활용 가능한 상황정보로의 변환이 필요하다. 또한 변환된 정보를 활용하여 사용자 앱을 개발하는 데 활용하도록 연결되어야 한다. 이러한 공통점을 효과적으로 지원하기 위한 상황인식 응용 개발을 위한 프레임워크 개발이 중요하다.

이를 위한 연구로서 모바일 기기를 위해 다양한 상황인식 프레임워크가 제안되었다. 초창기에는 모바일 기기를 위한 프레임워크가 제안되었으며[13], 이후에는 휴대폰에서의 상황인식 응용을 위한 프레임워크가 제안되었다[1, 2, 3]. 하지만 기존 연구는 초창기 스마트폰을 대상으로 하고 있어 다양한

앱과 터치 인터페이스, 센서 등 휴먼 인터랙션 장치를 내장하고 있는 최근의 스마트폰에서의 센싱 데이터 수집에 한계가 있으며, 룰 기반의 서비스를 제공하는 프레임워크 특성상 사용자의 상황을 고려한 다양한 서비스 개발에 한계가 있다. 또한, 센싱 데이터 수집, 상황 모델링 및 사용자 응용 내 동작을 위한 프로세스를 연계하고 있지 않아 실질적인 상황인식 UI/UX를 갖는 응용 개발에 어려움이 있다.

본 논문에서는 급 변화하고 있는 스마트 기기 환경에서 사용자 중심의 UI/UX 지원을 위한 상황인식 프레임워크를 제안하고 이를 기반으로 한 응용을 소개한다. 제안하는 프레임워크는 사용자 앱 사용 정보, 스마트 기기 상태 등 다양한 센싱 정보를 수집하고 이를 활용한 상황 모델링을 지원한다. 또한 사용자 앱에서 동작 시 상황 모델을 활용해 UI를 동적으로 사용할 수 있도록 상황 정보 기반의 추론을 지원한다. 마지막으로 제안한 프레임워크의 유용함을 보이기 위해 상황 정보 기반의 바탕화면과 스마트폰 문제적 사용 자동 감지 응용을 소개한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 제 2장에서는 관련 연구 소개를 하고 제 3장에서는 제안하는 상황인식 프레임워크를 소개한다. 제 4장에서는 제안한 프레임워크 기반의 앱을 소개한다. 제 5장에서는 향후 연구와 함께 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

모바일 기기에서 실행되는 응용 개발을 위한 상황인식 프레임워크에 대한 연구는 오래전부터 수행되어왔다. 초기에는 PDA와 UMPC 등의 모바일 기기를 위한 상황인식 프레임워크가 제안되었다. Soar는 센서에서 수집되고 초별 처리된 저수준의 상황정보를 그대로 사용하거나 단순한 규칙과 연계한 상황인식 지원에 중점을 두고 있다[10]. CARISMA는 모바일 상황인식 응용을 위한 프레임워크이며, 응용이 주변 상황에 따라 반응하도록 하는 규칙을 지정하여 응용을 개발할 수 있도록

1) <http://maps.google.com>.

하고 있다[8]. 상황인식 모바일 서비스를 위한 미들웨어는 모바일 기기의 상황정보를 활용한 응용을 개발하기 위한 프레임워크를 제공한다[7, 9]. wear-UCAM은 생체신호 센서를 포함하는 사용자 정보를 수집하고, 활용하여 모바일 환경에서 동작하는 응용 개발을 목표로 하고 있다[13]. JCAF는 자바 기반의 모바일 상황인식 프레임워크이며 센싱 계층, 상황 정보 관리 계층 및 응용 계층으로 구성되어 있다[5].

최근에는 스마트폰을 위한 상황인식 프레임워크가 제안되었다. 초기에는 각 OS 공급사에서 SDK를 제공함에 따라 다양한 응용 개발이 가능하게 되었다. ContextPhone은 센싱 정보를 수집하고, 이를 응용에 제공하는 프레임워크를 제공한다[18]. 이 프레임워크는 스마트폰에서 수집 가능한 다양한 정보를 수집, 관리 및 제공하지만, Nokia 60 같은 초기의 스마트폰을 대상으로 하고 있어 최근의 스마트 기기에서의 개발로 활용되지 않고 있다. 개인화된 헬스케어를 위한 상황인식 프레임워크도 건강관리 위한 도메인 온톨로지를 구성하고 센싱 데이터를 활용해 상황정보를 추론하였다[23]. 연세대학교는 휴대폰에서의 상황인식 개발을 돕기 위해 상황 정보를 모델링하고, 이를 활용한 응용 개발을 돕기 위한 상황인식 프레임워크를 제안하였다[3]. 이 연구는 휴대폰에서의 센싱과 상황 모델링과 추론을 제공하지만 초창기의 휴대폰을 대상으로 하고 있어 센싱 데이터의 범위와 경량화된 상황 추론을 위한 기능을 지원하지 않고 있다. 포항공대는 휴대폰 상황인식 응용을 위한 온톨로지를 지원하는 상황인식 프레임워크를 제안하였다[1]. 하지만 온톨로지 기반 서비스 특성상 새로운 정보에 대한 온톨로지 재구성이 복잡하여 사용자 모델 기반 서비스 구성이 번거롭다. 통합형 서비스를 위한 상황인식 프레임워크도 이와 비슷한 방법으로 상황인식을 제공한다[14].

따라서 기존의 프레임워크는 현재의 스마트 기기를 위한 지능형 UI/UX를 개발하는 데에는 한계가 있다. 먼저 초창기의 PDA나 UMPC 환경은 스마

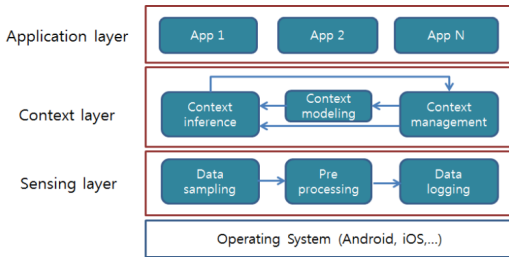
트 폰에서 발생하는 다양한 센싱 정보를 고려하지 않았다. PDA나 UMPC는 기존의 PC 환경과 유사한 컴퓨팅 장치를 내장하고 있어 국한된 센싱 데이터만을 수집한다. 또한 최근의 스마트 기기는 앱 마켓(App Market)을 통한 생태계가 구축되고, 언제 어디서나 사용 가능한 관계로 앱 사용의 시작과 끝이 명확하지 않아, 기존의 스마트폰을 위한 상황인식 프레임워크는 스마트폰에서의 발생하는 다양한 사용자 경험을 수집하고 활용하는데 한계가 있다.

제안하는 상황인식 프레임워크는 최근의 스마트 기기의 특성을 반영하고 효과적인 UI/UX를 지원하기 위해 스마트 기기에서의 지속적인 센싱 데이터 획득, 다양한 센싱 데이터 기반의 상황 모델링 및 상황정보 기반 응용을 지원한다. 센싱 데이터 획득은 스마트 기기 장치 내외의 다양한 센싱 정보를 수집하고, 상황 모델링은 사용자 응용의 UI/UX 성능 개선에 활용 가능한 상황 모델을 생성한다. 그리고 스마트 기기에서 동작 시 지원을 위한 전처리 알고리즘과 모델 기반의 실시간 분류 및 예측을 연계한 앱 개발을 가능하게 한다. 제안한 프레임워크는 스마트폰에서 가장 널리 쓰이는 스마트폰 바탕 화면과 사용자를 지속적으로 관리하는 스마트폰 문제적 사용 감지 앱에 적용하여 실제로 활용 가능성을 보였다. 다음 절에서 제안하는 상황인식 프레임워크에 대해 상세하게 소개한다.

### 3. 스마트 기기 UI/UX를 위한 상황인식 프레임워크

제안하는 상황인식 프레임워크는 스마트 기기의 UI/UX 개발을 효과적으로 지원하기 위해 지속적인 센싱 데이터 수집, 상황 모델링 및 실시간 상황 추론을 지원한다. 센싱 데이터 수집은 사용자의 일반적인 사용행태를 얻기 위해 스마트 기기를 사용하는 동안 지속적으로 실행된다. 상황 모델링은 오프라인 처리 단계로써 상황 모델을 만들기 위해 스마트 기기에서의 수집된 다양한 센싱 데이터를 처리하고 분석한다. 그리고 머신러닝 알고리즘과 상

황 정보를 이용해 사용자 앱에 활용될 상황 모델을 생성을 지원한다. 사용자 응용은 상황 모델과 처리된 상황정보를 통해 UI/UX에 사용될 상황정보를 추론하고 사용자의 상호작용을 지원한다. [그림 1]은 제안하는 상황인식 프레임워크를 나타낸다.



[그림 1] 상황인식 프레임워크

[그림 1]과 같이 제안한 프레임워크는 데이터 센싱 계층, 상황 계층 및 응용 계층 3계층으로 구성된다. 데이터 센싱 계층에서는 스마트 기기에 장착된 다양한 센서를 통해 데이터를 수집한다. 상황 계층은 수집된 데이터를 기반으로 상황 모델링을 수행하고, 생성된 상황 모델기반 추론 결과와 수집된 상황정보를 사용자 응용에 제공한다. 사용자 응용은 현 상황과 관련된 동작과 정보를 활용해 서비스의 UI/UX가 적절하게 반응하도록 구성한다.

### 3.1 센싱 계층

센싱 계층에서는 스마트 기기를 사용하는 사용자의 상황을 파악하기 위해 스마트 기기에서 수집 가능한 다양한 센싱 정보를 수집하고 저장한다. 센싱 정보는 정보의 종류에 따라 크게 사용자 정보, 단말기 관련 정보 및 앱 사용 정보의 3가지로 나뉜다. 사용자 관련 정보는 사용자의 상황을 기술하는 정보로써, GPS 위치, 사용자 일정, 현재 시간, 전화통화 정보, 단문자 송수신 정보 등이 해당된다. 단말기 관련 정보는 단말기의 현재 상태를 나타내며, 배터리의 남은 용량 및 전원 연결 상태, 화면 상태, 데이터 송수신량, 3축 가속도 값, 3축 자기장 값, 블루투스 상태 및 주변 장치 정보, 무선랜 AP 정보, 무

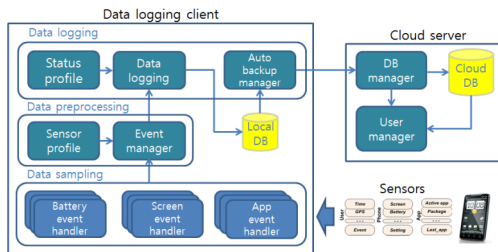
선망 Cell ID, 기기 셋팅 설정 및 변경 시간 등이 해당된다. 그리고 앱 사용 정보는 활성화된 앱, 현재 실행 중인 앱, 실행시간, push-event(SNS 수신 알림)등이 포함된다. <표 1>은 센싱 정보 종류에 따른 센싱 데이터 목록을 나타낸다.

<표 1> 센싱 정보

정보 종류	센싱 데이터
사용자 관련 정보	GPS 위치, 사용자 일정, 시간, 전화송수신, 단문자 송수신
단말기 관련 정보	배터리의 남은 용량 및 전원 연결 상태, 화면 on/off 상태, 데이터 송수신량, 3축 가속도 값, 3축 자기장 값, 블루투스 상태 및 주변 장치 정보, 무선랜 AP 정보, 무선망 Cell ID, 셋팅 설정 및 변경 시간
앱 사용 정보	활성화된 앱 목록, 현재 실행 중인 앱, 실행시간, 앱 관련 푸시 이벤트

데이터 로깅에서는 센싱 데이터는 발생 형태에 따라 다르게 저장된다. 단문자서비스, 전화통화 등 이벤트가 발생하는 경우는 해당 이벤트가 발생했을 때 이를 가로챈 뒤 관련 정보를 저장한다. 반면 가속도처럼 연속된 값을 가지는 센싱 정보는 일정한 주기로 저장된다. 그리고 이벤트를 제공하지 않는 정보는 주기적으로 상태를 확인하여 관련 정보를 저장한다. [그림 2]와 같이 데이터 센싱 계층은 데이터 샘플링(Data sampling), 데이터 전처리(Data preprocessing), 데이터 로깅(Data logging) 및 자동 백업 관리자(Auto backup manager)로 구성된다. 데이터 샘플링은 스마트 기기 내 물리적 센서 및 SW적 센서와 연동되어 이벤트 통해 관련 데이터를 획득한다. 데이터 전처리는 센싱 모듈과 연결되는 직·간접 이벤트 핸들러로부터의 데이터를 수집하고, 데이터 로깅 모듈은 수집된 데이터를 로컬 DB에 저장한다. 자동 백업 관리기는 사용자의 일반적 사용행태 간섭을 최소화하기 위해 Wi-Fi가 연결되어 있고, 사용자가 앱을 사용하지 않는 상황이 감지되면 로컬 DB를 클라우드 서버에 저장한다. 클라우드 서버는 수집된 로컬 DB를 클라우드 DB에 저장하고, 단말기의 상

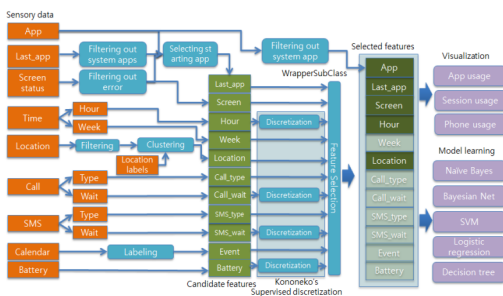
테를 주기적으로 확인한다.



[그림 2] 데이터 센싱 구조

### 3.2 상황 모델 계층

제안하는 프레임워크는 상황인식 모델을 생성하기 위해 데이터 마이닝과 기계학습에 적용되는 알고리즘 중에서 스마트 기기의 UI/UX에 적합한 경량화 처리를 중심으로 활용한다[16, 19]. 본 프레임워크의 전처리 및 모델링에서는 수집된 데이터에 대한 전처리, 상황 모델링을 지원한다. 전처리는 센싱된 데이터를 상황 모델 생성에 활용하기 위해 노이즈를 제거하고 특징 값을 추출하는 단계이다. 특징 추출은 가속도 값처럼 연속형 센싱 데이터에서 이를 대표하는 값을 얻어내는 과정이다. 간편한 방법으로는 순차적으로 수집된 센싱 값에서 특정 부분을 윈도우를 설정하고, 연속형 값의 평균 값이나 분산을 활용한다. 이산화는 수집된 데이터를 상황 모델링의 복잡도를 줄이기 위해 연속된 값을 정해진 수의 값으로 변환하는 단계이다. 이산화는 감독자 및 비감독자 방법으로 진행된다.

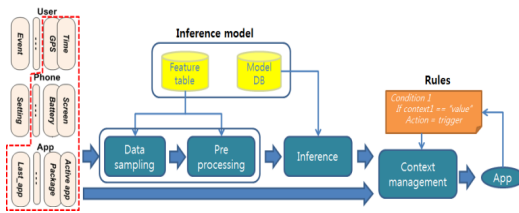


[그림 3] 상황 모델링의 부분적인 흐름

상황 모델링은 UI/UX에 사용될 상황 정보를 추론하기 위해 다양한 알고리즘과 관련 센싱 데이터를 연계하여 주요 특징 값을 추출하고 추론 모델을 생성하는 단계이다. 특징 추출은 이산화된 센싱 정보를 중에서 상황 모델에 사용될 특징 정보만을 선택하는 과정이다. 모든 상황정보를 활용하면 전처리와 추론 시 계산양도 많아지고, 노이즈로 작용할 가능성이 있으므로 최소의 특징 정보를 활용하는 것이 요구된다. 다양한 센싱 데이터에서 특징 정보를 선택하기 위해 주성분 분석인 Principal Component Analysis, 특징의 엔트로피를 활용하는 Information Gain, 특징 간 상호 연계성을 고려한 방법 등 다양한 방법이 활용된다. 이후 상황 모델의 구조를 구성하고 관련 테이블을 생성하는 상황 모델 구성이 이어진다. 이 단계에서는 개발하고자 하는 모델에 따라 적절한 기계학습 기법이 선택적으로 적용된다. 모바일 기기의 성능을 고려해 모델 생성과 추론이 비교적 단순한 알고리즘을 선택하였다. 제안하는 프레임워크는 선형분류 알고리즘 중에서는 Naive Bayes, Logistic regression, Support Vector Machine(SVM)을, 확률모델 중에서는 Bayesian Network와 Decision Tree를 활용한다. 상황 모델이 구성되면 전처리와 상황 모델링을 통해 전처리 정보, 추론모델 종류, 추론모델의 구조 및 관련 확률 테이블이 얻어진다. [그림 3]은 이러한 전처리 및 상황 모델링 과정의 일부를 나타내고 있다.

### 3.3 응용 계층

응용 계층에서는 사용자 응용에서 상황 모델을 활용하는 단계로써 상황 모델이 사용자 앱에 내장되어 실행되면서 사용자의 상황에 따라 앱의 UI를 제어한다. 이 계층은 전처리 및 상황 모델링 단계에서 얻어진 결과를 바탕으로 실시간 센싱 데이터 획득 및 전처리, 상황 모델 기반 추론을 수행한다. 실시간 데이터 획득 및 전처리는 센싱된 데이터에서 노이즈를 제거하고 상황 모델에서 활용하는 센싱 데이터만을 선택적으로 수집한다. [그림 4]는 상황정보 기반 응용의 동작 흐름을 나타내고 있다.



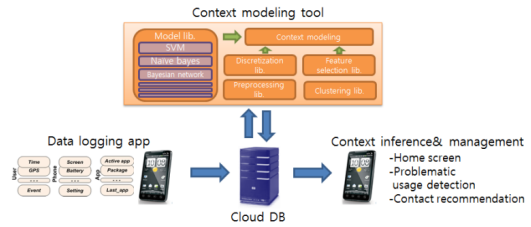
[그림 4] 상황정보 기반 응용의 동작 흐름

상황 모델 기반 추론은 상황 모델 생성 시 구성된 맵핑 테이블을 참고하여 현재 센싱된 데이터에 대한 이산화를 수행하고, 수치 값으로 변환된 현재 상황 정보와 기 생성된 상황 모델을 활용하여 응용에서 활용할 상황 정보를 추론한다. 추후 사용을 위해 타겟 클래스의 값과 관련 확률 값 목록 두를 계산한다. 마지막으로 이 추론 결과는 상황정보 관리기에 전달되어 사용자 앱과 연동된다. 사용자의 앱은 동작에 필요한 상황 정보를 선언하는 조건을 상황 관리기에 등록하고, 이후 해당 상황이 발생하면 관련 정보를 활용하여 UI를 갱신한다.

## 4. 구현 및 응용

### 4.1 구현

제안하는 프레임워크는 널리 사용되고 있는 안드로이드 스마트 기기를 지원하기 위해 안드로이드 SDK와 Java를 기반으로 데이터 로깅 앱, 상황 모델링 도구, 그리고 상황추론 및 관리 모듈 형태로 구현되었다[그림 5]. 먼저 데이터 로깅 앱은 스마트 기기에서 실행되면서 지속적으로 데이터를 수집하고, 주기적으로 데이터 수집 서버에 전송한다. 특히 사용자의 정상적인 사용에 영향을 주지 않기 위해 사용자에게는 직접적으로 보이지 않는 상태로 실행되는 후면앱으로 구현되고, 지속적으로 데이터를 수집하기 위해서 스마트 기기 재구동 시 자동으로 실행된다. 또한 스마트 기기의 메모리 부족을 해결하기 위해 저장된 데이터는 배터리 충전 이벤트가 발생하거나, 정해진 시간이 되면 서버에 전송된다.



[그림 5] 프레임워크 구현 환경

상황 모델링 도구는 기 개발되어 널리 활용되고 있는 데이터마이닝 관련 라이브러리인 Weka를 기본으로 활용하였으며 추가적으로 필요한 기능을 부수적으로 구현하여 구성하였다[4]. 먼저 전처리를 위해 센싱된 데이터에서 노이즈를 제거하고 필터링을 위한 기능 라이브러리를 구성하였으며 이산화 기능을 위해 Weka에서 이산화 기능을 분리하여 라이브러리로 구성하였다. 또한 이동통신망의 셀 정보를 위치 정보를 변환하는 기능과 클러스터를 생성하기 위한 K-means 알고리즘을 라이브러리 형태로 구현하였다. 그리고 특징 값 선택을 위해 Weka의 이산화 기능과, 앞에서 언급한 5가지 모델링 알고리즘을 각각 라이브러리화 하였다.

마지막으로 사용자 앱을 위한 데이터 센싱 모듈, 상황정보 추론 모듈, 그리고 상황 관리 모듈을 Android 환경에서 구현하였다. 데이터 센싱 모듈은 데이터 로깅 앱의 기능 중에서 센싱 부분을 활용하였다. 상황 추론 모듈은 제한된 리소스를 갖는 스마트 기기에서 동작을 위해 Weka 라이브러리중 추론 알고리즘 부분만을 분리하여 모듈화였다. 상황 관리기는 Java로 구현되었으며, 센싱된 상황정보와 추론된 상황정보를 관리하고 사용자의 앱에서 요구한 상황정보를 제공하도록 구현되었다.

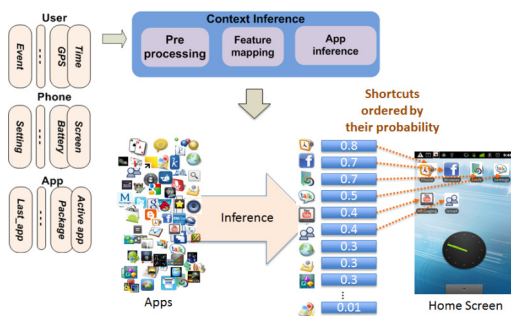
### 4.2 응용

제안하는 상황인식 프레임워크는 스마트폰 앱 개발을 위해 다양한 형태로 활용될 수 있다. 본 논문에서는 스마트폰 환경에서 제안한 프레임워크를 활용한 예로써 동적 바탕화면 앱과 스마트폰 문제적 사용 자동 감지 앱을 소개한다.

#### 4.2.1 동적 바탕화면 앱

일반적으로 바탕화면 앱은 스마트폰 사용자가 자신의 이용 목적과 선호도에 따라 구성된 앱을 시각화하는 바탕화면 앱의 일종이다. 최근 스마트폰은 앱을 유통하는 플랫폼인 앱 마켓과 연동되어 있어, 사용자들이 이용가능한 앱이 다양해지고 있다. 통계에 의하면 작게는 수십 개에서 많게는 수백 개의 앱을 사용하고 있다. 하지만 스마트폰의 작은 화면 특성상 사용자들은 10개 내외의 앱을 갖는 화면을 통해 앱을 선택해야 하고, 새로 다운 받은 앱은 바탕화면에 어떻게 구생해야 할지 항상 고민해야 한다.

동적 바탕화면 앱은 이러한 단점과 사용자의 번거로움을 해결하고자 제안한 프레임워크를 활용하여 앱을 예측하고 일부만을 선택적으로 바탕화면에 추천한다[12]. 모델링 단계에서는 사용자의 앱 사용을 포함한 다양한 센싱 데이터를 수집하였고, 스마트폰의 성능을 고려해 Naive Bayes 분류기를 추론 모델로 활용하였다. 사용자 응용 실행 단계에서는 생성된 Naive Bayes 추론모델을 활용하여 앱 별로 사후 확률(Posterior probability)을 계산하였다. 상황 관리기는 추론 모델로부터 앱 이름 및 사후 확률 목록을 관리하고, 바탕화면이 실행되면 이들 정보를 제공하였다. [그림 6]과 같이 동적 바탕화면 응용은 현 상황에 사용될 앱의 사후 확률 순위에 따라 상위 6개만을 선택하고, 이들을 확률 값에 따라 순차적으로 화면에 배치하였다. 또한 현 상황에서만 특별히 자주 사용되는 앱을

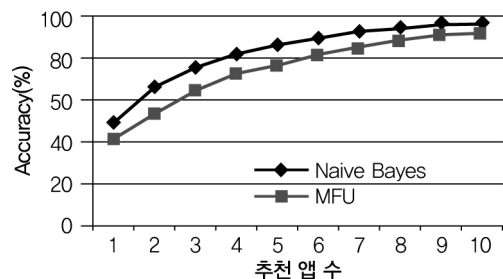


[그림 6] 동적 바탕화면 앱의 동작 구조

강조하기 위해 앱의 사후 확률 변화가 가장 큰 앱을 선택하고, 사용자가 인지할 수 있도록 앱아이콘의 배경색을 변경하였다.

제안하는 동적 바탕화면의 성능을 평가하기 위해 사용자의 스마트폰으로부터 데이터를 수집하였으며, 앱 추천을 위한 상황 모델을 구성하고 앱 예측 성능을 평가하였다. 데이터를 수집하기 위해 사용자 동의하에 데이터를 수집하고 앱 관리 기능을 제공하는 앱을 Android 마켓에 6개월간 배포하였다. 앱 사용자 중에서 한 달 이상 사용한 24명을 선택하였으며, 이들은 평균 90일간 사용하였다. 모바일 기기에서 동작을 고려해 Naive Bayes를 추론 모델로 활용하였으며 사용자별로 앱 추론 모델을 구성하였다. 앱 예측 성능을 비교하기 위해 앱의 사용 빈도에 따라 예측하는 Most Frequently Used (MFU) 방식의 앱 추천 기법을 기본 비교 기법으로 활용하였다. MFU 방식은 앱 사용 빈도만을 사용하므로 별도의 학습을 필요로 하지 않는 간단한 추천기법이다. 스마트폰의 제한된 화면 크기를 고려해 추천되는 앱 개수를 1~10개 까지 늘이면서 두 가지 추천모델의 앱 예측 정확도를 측정하였다.

[그림 7]과 같이 바탕화면에서 Naive Bayes 기반 추론 모델의 정확도는 적은 수의 앱 추천에서 성능이 MFU 기법보다 월등함을 알 수 있다. 특히 1~4개 까지 앱 추천은 Naive Bayes 모델이 유용하고, 앱의 수가 늘어나면 예측 정확도의 차이가 줄어들음을 알 수 있다. 따라서 동적 바탕화면 기능은 적은 수의 앱을 새로 구성하는 스마트폰 바탕화면 응용에 유용할 것으로 보인다.



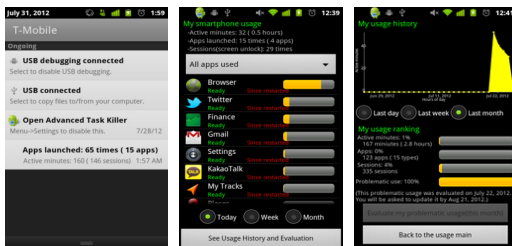
[그림 7] 동적 바탕화면 앱의 추천 성능



4.2.2 스마트폰 문제적 사용 자동 감지 앱

스마트폰 문제적 사용 자동 감지 앱은 사용자의 앱 사용 정보를 포함한 상황정보를 활용하여 사용자의 스마트폰 문제적 사용 여부를 자동으로 감지하는 앱이다. 최근 언제어디서나 사용 가능한 스마트폰의 유용성 및 접근성으로 인해 스마트폰 사용 시간이 급격히 증가하고 있다. 이러한 스마트폰 사용은 개인의 건강문제 뿐만 아니라 사회생활에 영향을 주고 있어 새로운 문제가 되고 있다.

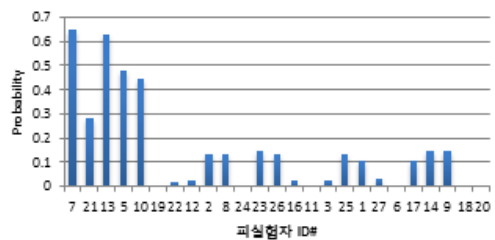
스마트폰 문제적 사용 자동 감지 앱은 제안한 상황 인식 프레임워크를 활용하여 이러한 스마트폰 문제적 사용을 자동으로 측정하고 관련 정보를 제공하기 위해 개발되었다. [그림 8]과 같이 스마트폰 문제적 사용 감지앱은 실시간 모니터링, 사용 앱 관리 그리고 스마트폰 문제적 사용 정도 평가로 구성된다. 실시간 모니터링은 스마트폰에서 발생하는 각종 센싱 데이터를 실시간으로 수집하고 분석하여 현재의 사용 정도를 상태창에 주기적으로 갱신한다. 사용 앱 관리는 사용중인 앱이 얼마나 빈번하게 사용되는지를 일간, 주간 및 월간 통계로 보여준다. 그리고 스마트폰 문제적 사용 평가는 앱, 세션 및 문제적 사용정도가 보통의 사용자 그룹과 비교해 위치하는 분포를 나타낸다. 사용자는 이러한 스마트폰 문제적 사용 감시와 평가 기능을 통해 자신의 문제적 상태를 파악할 수 있게 된다.



[그림 8] 스마트 기기 문제적 사용 자동 감지 앱

문제적 사용 감지 앱의 성능을 측정하기 위해 일반 사용자를 모집하고 분류 정확도를 평가하였다. 사용자는 미국 피츠버그 시에 거주하는 18~32세

사이의 26명의 사용자를 모집하였으며, 사용자의 스마트폰 사용 데이터와 문제적 평가지수를 수집하였다. 스마트폰 문제적 사용 측정은 Koo의 스마트폰 중독 스케일(Smartphone Addiction Scale)에서 중독관련 7개의 질문과 Bianchi의 문제적 사용 스케일(Mobile Problematic Usage Scale)의 27개를 통합해 활용하였다[6, 17]. 이후 문제적 사용자 그룹을 정의하기 위해 문제적 사용 수치 상위 20%인 사용자를 문제적 사용자로, 나머지 사용자를 정상적 사용자로 나누었다. 그리고 스마트폰 문제적 사용 지수를 객관적으로 판단하기 위해 사용자로부터의 사용자 관련 정보, 단말기 관련 정보, 앱 관련 정보 및 세션 사용 정보(화면 on에서 off까지의 사용 내용)를 수집하였다. 특징 값을 선택하기 위해 타겟 클래스에 대한 Information Gain을 활용하였으며, Naive Bayes를 적용해 문제적 사용 평가 모델을 생성하였다[11]. [그림 9]는 문제적 사용자 5명(피실험자 7, 21, 13, 5, 10)과 정상적 사용자 21명(나머지 피실험자)을 대상으로 한 스마트폰 문제적 사용 감지 결과를 나타내고 있다.



[그림 9] 스마트 기기 문제적 사용 감지 결과

[그림 9]와 같이 사용자의 스마트폰 사용 행태에 따라 문제적 사용 정도가 다르게 나타나고 있다. 피실험자 4명(7, 13, 5 및 10)은 추론 결과가 0.5보다 높으므로 문제적 사용자로 분류가 되었으며, 나머지 22명은 문제적 사용자가 아닌 것으로 판명되었다. 이러한 결과는 제안한 상황 모델이 스마트폰 문제적 사용을 스마트폰 사용정보만을 활용해 자동으로 감지 할 수 있다는 가능성을 제시하고 있으며, 제안한 프레임워크를 통해



문제적 사용 감지와 이를 활용한 자기중심적인 스마트폰 사용 관리하는 데 도움이 될 수 있을 것으로 기대된다.

## 5. 결 론

본 논문은 최근 활성화된 스마트 기기 앱의 UI/UX를 지원하기 위해 상황인식 프레임워크를 제안했다. 제안한 상황인식 프레임워크는 스마트 기기에서 센싱 가능한 다양한 정보를 수집하고, 이를 분석, 활용하여 UI/UX를 위한 상황 모델을 생성하였다. 그리고 생성된 모델과 상황정보는 사용자 응용과 연동되어 실시간으로 UI/UX를 제어하는 데 활용되었다. 제안된 프레임워크는 가장 많이 이용되는 스마트폰의 바탕화면 응용과 스마트폰의 문제적 사용을 자동으로 감지하는 응용에 적용되었다.

추후 연구로는 응용 개발에 필요한 데이터 수집과 모델링을 쉽게 하기 위한 효과적인 GUI와 API에 대한 지원이 필요하다. 센싱 데이터 수집 단계에서 필요한 정보를 선택하고 속성을 설정할 수 있도록 GUI가 개발되어야 하며, 상황 모델링 단계에서는 간단한 파라미터 조정을 통해 쉽게 모델을 구축할 수 있도록 해야 한다.

## 참 고 문 헌

- [1] 강준명, 고탁균, 서신석, 성백재, John Strassner, 김종, 박찬익, 홍원기, “상황인식 서비스를 위한 스마트 모바일 플랫폼”, 『정보과학회논문지』, 제28권, 제5호(2009), pp.57-67.
- [2] 엄종석, “휴대폰 기반 스마트 홈 환경 상황추론 플랫폼에 대한 연구”, 『한국멀티미디어학회』, 춘계학술발표대회 논문집, (2012).
- [3] 이영설, 조생배, “휴대폰을 위한 상황인지 기술 : 통합형 방법과 응용, SK Telecommunications Review, 제9권, 제6호(2009), pp. 845-849.
- [4] <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>.
- [5] Bardram, Jakob E., “The Java Context Awareness Framework (JCAF) - a service infrastructure and programming framework for context-aware applications”, *Pervasive Computing, Springer Berlin Heidelberg*, (2005), pp.98-115.
- [6] Bianchi, A. and J. G. Phillips, “Psychological predictors of problem mobile phone use”, *Cyber Psychology and Behavior*, Vol. 8, No.1(2005), pp.39-51.
- [7] Biegel, Gregory, and Vinny Cahill, “A framework for developing mobile, context-aware applications”, *Pervasive Computing and Communications*, PerCom 2004. Proceedings of the Second IEEE Annual Conference on. IEEE, 2004.
- [8] Capra, Licia, Wolfgang Emmerich, and Cecilia Mascolo, “Carisma : Context-aware reflective middleware system for mobile applications”, *Software Engineering, IEEE Transactions*, Vol.29, No.10(2003), pp.929-945.
- [9] Chan, E., B. Jim, A.-M. Jalal, and C. Roy, “Gaia microserver : An extendable mobile middleware platform”, *Pervasive Computing and Communications*, 2005. PerCom 2005. Third IEEE International Conference on. IEEE, 2005.
- [10] Chen, David Kotz, Solar : An Open Platform for Context-Aware Mobile Applications, Proceedings of the First International Conference on Pervasive Computing (Pervasive 2002), pp.41-47.
- [11] Choonsung Shin, and Anind K. Dey : Automatically detecting problematic use of smartphones. *UbiComp*, (2013), pp.335-344.
- [12] Choonsung Shin, Jin-Hyuk Hong, and Anind K. Dey : Understanding and prediction of mobile application usage for smart phones,

- UbiComp, (2012), pp.173-182.
- [13] Hong, D., Y. Suh, A. Choi, U. Rashid, and W. Woo., wear-UCAM : A toolkit for mobile user interactions in smart environments. In *Embedded and Ubiquitous Computing*, Springer, (2006), pp.1047-1057.
- [14] Dobre, Ciprian, "Context-aware platform for integrated mobile services", *Emerging Intelligent Data and Web Technologies (EIDWT)*, 2011 International Conference on. IEEE, 2011.
- [15] Gu, Tao, Hung Keng Pung, and Da Qing Zhang, "A service-oriented middleware for building context-aware services", *Journal of Network and computer applications*, Vol. 28, No.1(2005), pp.1-18.
- [16] Ian, H. Witten, Ian H. Witten, Eibe Frank and Mark A. Hall, *Data Mining : Practical Machine Learning Tools and Techniques*, Morgan Kaufmann, ISBN : 978-0-12-374856-0.
- [17] Koo, H., Development of a cell phone addiction scale for Korean adolescents, *Journal of Korean Nursing*, Vol.39, No.6(2009), pp. 818-28.
- [18] Mika Raento, Antti Oulasvirta, Renaud Petit, and Hannu Toivonen, *ContextPhone : A Prototyping Platform for Context-Aware Mobile Applications*. *IEEE Pervasive Computing*, Vol.4, No.2(April 2005), pp.51-59. DOI=10.1109/MPRV.2005.29 <http://dx.doi.org/10.1109/MPRV.2005.29>.
- [19] Tom Mitchell, *Machine Learning*, McGraw Hill, 1997.
- [20] Wagner, D., P. Thomas, L. Florian, and S. Dieter, "Towards massively multi-user augmented reality on handheld devices", *Pervasive Computing*. Springer Berlin Heidelberg, (2005), pp.208-219.
- [21] Wohltorf, Jens, Richard Cissée, and Andreas Rieger, "BerlinTainment : an agent-based context-aware entertainment planning system", *Communications Magazine, IEEE*, Vol.43, No.6(2005), pp.102-109.
- [22] Zhang, Daqing, Zhiwen Yu, and C. Chin. "Context-aware infrastructure for personalized healthcare", *Studies in health technology and informatics*, Vol.117(2005), pp. 154-163.
- [23] Zhang, Daqing, Zhiwen Yu, and C. Chin. "Context-aware infrastructure for personalized healthcare", *Studies in health technology and informatics*, Vol.117(2005), pp. 154-163.

## ◆ 저 자 소 개 ◆

**신 춘 성 (cshin@keti.re.kr)**

현재 전자부품연구원 실감정보플랫폼연구센터에 선임연구원으로 재직 중이다. 숭실대학교 컴퓨터학부를 졸업하고, 광주과학기술원 정보통신공학과에서 공학석사와 공학박사 학위를 취득하였다. 광주과학기술원 CT 연구소와 카네기멜론대학 HCI 연구소에서 박사후연구원으로 재직하였다. 주요 관심분야로는 모바일 상황인식, 증강현실, 가상현실, HCI 기술이다.

**박 병 하 (bhpark@keti.re.kr)**

현재 전자부품연구원 실감정보플랫폼연구센터에 책임연구원으로 재직 중이다. 세종대학교 전산학과를 졸업하고 동대학 컴퓨터공학과에서 공학석사 학위를 취득하였다. 주요 관심분야로는 융합형 스마트 미디어 콘텐츠, 실감 미디어, 실감 상호작용, 감성추론, e-트레이닝 기술이다.

**정 광 모 (jungkm@keti.re.kr)**

현재 전자부품연구원 실감정보플랫폼연구센터에서 센터장으로 재직 중이다. 광운대학교 전자통신학부를 졸업하고, 동대학 전자공학과에서 공학석사와 공학박사 학위를 취득하였다. 주요 관심분야로는 실감 상호작용, e-트레이닝, 스마트 러닝, 디지털 홀로그래피, 3D UI/UX 기술이다.