

사용자의 감정에 따라 행동을 추론하는 상황인지 스마트폰

류윤지*, 임수연**, 김상욱*
*경북대학교 전자전기컴퓨터학부
**경북대학교 교양전산학부
yjryu@woorisol.knu.ac.kr

Context-aware Smartphone Inferring Activity according to User Emotion

Yunji Ryu*, Sooyeon Lim**, Sangwook Kim*
*School of Electrical Engineering and Computer Science,
Kyungpook National University
**School of Liberal Computer Education, Kyungpook National University

요 약

모바일은 사용자의 여섯 번째 감각의 도구로써 신체의 일부가 되고 있으며 사용자의 감정이나 행동패턴 등의 상황 정보를 분석하여 사용자의 의도나 요구사항을 예측할 수가 있다. 본 논문에서는 안드로이드를 기반으로 사용자의 감정을 포함한 다양한 상황을 인지하고 감정과 상황에 따른 사용자의 행동을 추론할 수 있는 상황인지 스마트폰을 제안한다. 상황인지 스마트폰은 카메라에서 입력된 사용자의 얼굴 영상을 통해 감정을 인지하고 감정에 따른 행동과 그 때의 상황정보를 조합하여 히스토리 DB에 축적된다. 또한 현재의 감정과 상황 정보에 따라 과거의 히스토리DB를 비교 분석하고 현재의 행동을 추론한다. 이것은 사용자에게 고차원적인 서비스를 제공할 수 있다. 상황인지 스마트폰은 감정을 인지하는 감정인지 매니저와 상황 정보를 수집하고 관리하는 컨텍스트 매니저, 행동을 추론하는 추론 매니저로 구성된다.

1. 서론

모바일 기기가 단순 전화통화 뿐만 아니라 멀티미디어 데이터를 생성 및 관리하고 저장하는 도구로 발전하면서 많은 양의 정보를 모바일 기기 내에서 처리할 수 있게 되었으며 GPS, 블루투스 등 여러 가지 센서를 포함하고 있어 사용자의 다양한 상황정보를 수집하기에 매우 유용하다. 이러한 상황 정보를 바탕으로 사용자에게 최적화된 서비스를 제공하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 사용자의 다양한 상황정보로부터 의미 있는 정보를 추출하기 위해서는 저수준의 정보를 전처리 하고 추론하는 기술이 필요하다. 또한 하나의 복잡한 추론 모델이 아닌 모바일 환경에 적합한 모듈화된 동적 추론 모델이 요구된다.

따라서 본 논문에서는 안드로이드를 기반으로 저수준의 다양한 상황 정보를 실시간으로 수집하여 감정과 같은 고수준의 상황정보를 인지하고 감정과 상황에 따른 사용자의 행동을 추론할 수 있는 상황인지 스마트폰을 제안한다. 상황인지 스마트폰은 카메라에서 입력된 사용자의 얼굴영상을 통해 감정을 인지하고 감정에 따른 행동과 그때의 상황 정보를 조합하여 히스토리DB에 축적된다. 이것은 특정 상황정보와 감정에 따라 히스토리DB를 분석하고 현재의 행동을 추론하여 사용자에게 고차원적인 서비스를 제공할 수 있다. 상황인지 스마트폰은 감정을 인지하는 감정인지 매니저와 상황정보를 수집하고 관리하는 컨텍스트

매니저, 행동을 추론하는 추론 매니저로 구성되어 있다.

2. 관련연구

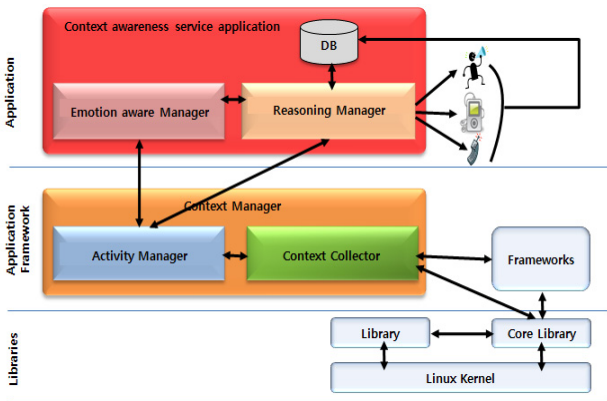
최근 유비쿼터스 환경에서 사용자의 상황을 인지하여 서비스 하는 기술은 많은 관심을 받고 있다. M. Raento 등은 심비안 환경의 노키아 폰을 기반으로 사용자의 상황을 인지하여 다양한 서비스를 제공하는 ContextPhone Platform을 개발하였고 Schmidt 등은 여러 가지의 센서로 상황을 파악하여 휴대폰의 진동 및 음량을 조절하였다 [1][2]. Krause 등은 SenSay 센서 플랫폼을 제작하여 사용자의 몸에 센서박스를 부착하여 사용자의 상태와 행동에 맞는 서비스를 제공하였으며 [3][4], Tewari 등은 사용자의 위치, ID, 시간 정보를 컨텍스트로 사용하여 음식점을 추천하였다 [5]. 또한 각종 상황 정보로부터 고수준의 의미 있는 정보를 추론하는 기술이 연구되고 있는데 SenSay에서는 SOM을 이용해 수치화된 센서 값을 Naive Bayes 분류기를 이용하였으며 Kocaball 등은 주관적인 상황 정보를 매칭 시켜주는 Granular 베스트 매칭 알고리즘을 개발하였다 [6].

이러한 연구들은 과거의 히스토리 정보와 분석하여 현재 사용자의 감정과 상황에 따라 행동을 추론하는 것은 미흡하다. 따라서 본 논문에서는 사용자 현재의 감정과 상황에 따른 적절한 행동을 추론하기 위해 과거에 축적된

히스토리 정보를 분석하여 사용자와 인터랙션 할 수 있는 상황인지 스마트폰을 제안한다.

3. 상황인지 스마트폰

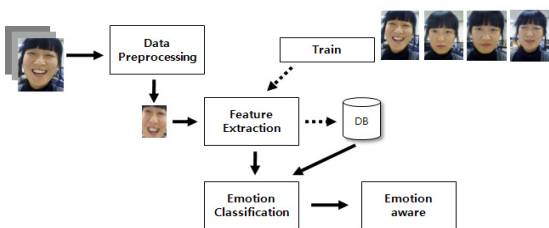
상황인지 스마트폰은 사용자의 모바일 기기를 이용해 사용자의 감정이나 성향, 행동패턴 등을 파악하여 다양한 서비스를 제공한다. 상황인지 스마트폰은 안드로이드를 기반으로 이루어져 있으며 총 세 가지의 모듈로 구성되어 있다. 먼저 사용자의 감정을 인지하는 감정인지 매니저는 카메라로부터 입력된 사용자의 얼굴영상을 기반으로 사용자의 감정을 인지하고 두 번째로 사용자의 상황을 실시간으로 수집하고 관리하는 컨텍스트 매니저는 액티비티 매니저와 컨텍스트 콜렉터로 구성되어 있다. 그리고 마지막으로 사용자의 행동을 예측하는 행동추론 매니저는 사용자의 감정과 상황정보에 따른 행동을 추론하여 서비스를 제공한다. 그림 1은 상황인지 스마트폰의 전체 구성도이다.



(그림 1) 시스템 전체 구성도

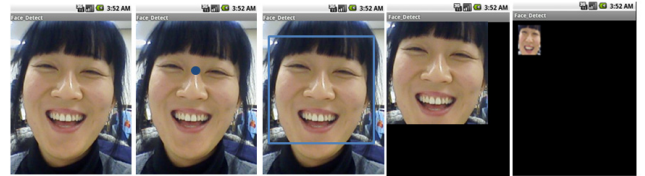
3.1 감정인지 매니저

사람의 감정은 무의식중에 주관적인 욕구와 의도를 표현하며 다양한 상황정보들 중에서 사용자의 의도를 가장 많이 포함하고 있는 정보라고 할 수 있다. 본 논문에서는 사용자의 감정을 인지하기 위해 카메라로부터 획득한 얼굴 영상을 컨텍스트 매니저로부터 입력받아 최종 감정 결과가 나올 때까지의 과정을 단계별로 구분한 것으로 전체 흐름은 그림 2와 같다. 감정을 인지하기 위해서는 크게 데이터 전처리과정, 특징 추출과정, 감정 분류과정으로 나누어진다.



(그림 2) 감정인지 전체 흐름도

먼저 전처리 과정을 통해 사용자의 얼굴영상에서 얼굴을 추출하고 크기를 정형화 한다. 얼굴영역 검출은 안드로이드 플랫폼에서 제공하는 FaceDetector API를 사용하여 얼굴의 중심점과 두 눈 사이의 거리를 이용하여 얼굴영역을 검출하였고 영상의 크기를 30*40으로 정규화 하였다. 그림2는 데이터 전처리 과정의 예이다.



(그림 3) 얼굴영역 검출과정 예

또한 특징을 추출하기 위해 특징 추출과정을 거친다. 특징추출은 분류하기 전에 복잡하고 크기가 큰 데이터들을 보다 다루기 쉬운 형태로 변환하는 방법이다. 기존의 데이터를 그대로 사용하는 대신 데이터에서 인식에 핵심이 되는 정보만 추출하고 분류분석에서 영향력에 없는 부분을 제거하여 분류분석의 성능을 향상시키기 위해 사용되는 방법이다[7]. 본 논문에서는 Eigenface를 적용하였고 1200개의 고차원적 픽셀공간으로부터 15개의 저차원 공간으로 데이터를 차원 축소시켜 감정인식을 위한 특징벡터를 만들었다. 감정인식 시 안드로이드는 자바 기반이기 때문에 JAMA 라이브러리를 이용하여 감정인식에 필요한 특징 데이터를 추출하였다. JAMA란 자바로 개발된 매트릭스 패키지다. 다양한 매트릭스 연산을 수행할 수 있다. JAMA를 이용하여 고유값과 고유벡터를 구하였다. 고유벡터들에 대한 공간투영법이라 할 수 있는 Eigenface는 다음과 같은 과정을 거쳐 이루어진다. 총 학습데이터 집합은 $M \times N$ 차원의 각각의 이미지($\Gamma_n, n=1,2,3,\dots,M$)와 식(1)과 같은 평균 이미지(Ψ)사이의 차이영상(Φ_n)을 추출함으로써 각각의 이미지가 가지고 있는 기본적인 차이 이미지만을 추출하게 된다.

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M \Gamma_n, \quad \Phi_i = \Gamma_i - \Psi \quad (1)$$

차이영상(Φ_n)에 기반 한 공분산 행렬은 다음과 같다.

$$C = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^m \Phi_n \Phi_n^T = AA^T \quad (2)$$

이 공분산 행렬에서 고유값과 고유벡터를 구하고 고유값을 기준으로 특징의 결과가 좋은 M개의 고유벡터를 구한다. 추출된 고유벡터들을 영상의 차원으로 나타낸 공간을 Eigenface라 한다. 새로운 얼굴 이미지(I)를 Eigenface의 공간인 Eigenspace(u_k^T)에 투영시켜 가중치 성분(ω_k)을 식(3)과 같이 구한다.

$$\omega_k = u_k^T (I - \Psi), \quad K=1,2,\dots,M \quad (3)$$

여기서 가중치는 Eigenface에 대해 기여도를 나타낸 값이다. 가중치들은 이미지 개수만큼의 벡터 데이터

$(\Omega^T = [\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_M])$ 로 이루어진다. 임의의 추출된 얼굴영상에 대한 가중치(Ω)와 모든 인원에 대한 가중치(Ω^T)와의 차이 값을 추출하여 서로의 관련성 정도($\epsilon_k = \|\Omega - \Omega_k\|$)를 산출한다.

선행 학습된 특징추출의 결과 값과 신규 이미지를 바탕으로 유클리디안 거리를 이용하여 식(4)와 같이 분류를 수행하였다.

$$d = \|\Omega - \Omega_k\| = \sum_{i=1}^k \frac{1}{\lambda_i} (w_i - w_i^k)^2 \quad (4)$$

3.2 컨텍스트 매니저

사용자의 감정이나 의도, 요구사항 등 사용자의 고수준의 상황을 인지하기 위해서는 사용자의 상황정보를 가능한 정확하게 획득하고 최대한 많은 정보를 수집해야 한다. 본 논문에서는 컨텍스트 매니저에서 실시간으로 사용자의 상황을 반영할 수 있는 정보들을 취합하고 선별하여 다른 모듈에서 수집정보 요청 시 선별한 정보를 전달한다. 컨텍스트 매니저는 컨텍스트 콜렉터와 액티비티 매니저로 구성되어 있다.

컨텍스트 콜렉터는 사용자에 대한 정보를 수집하기 위해 하드웨어 정보와 소프트웨어 정보를 수집한다. 하드웨어 정보는 모바일 기기에 내장되어 있는 장치를 말하며 GPS, 카메라, 블루투스 등이 있다. 그리고 소프트웨어 정보로는 모바일 내에 축적되어 있는 로그정보와 사용자의 상태 정보를 말한다. 로그 정보로는 통화 및 SMS에 따른 수신/발신/부재중, 상대방 전화번호, 이름, 통화시간 등이며 사용자의 상태 정보로는 배터리정보, 벨/진동/무음 정보, MP3 청취 정보 등이 있다. 표 1은 수집한 사용자의 다양한 상황 정보 중에서 사용자의 감정과 행동 추론을 위해 선별된 정보들이다.

<표 1> 선별된 사용자의 수집 정보

정보	종류	추출 값
감정	카메라(얼굴사진)	기쁨, 슬픔, 화남
위치	GPS(위도/경도)	서울, 대전, 대구, 부산 ..
요일	타이머(날짜)	주중, 주말
시간	타이머(시간)	아침, 점심, 저녁(밤), 새벽
날씨	네트워크(날씨API)	맑음, 흐림, 눈, 비

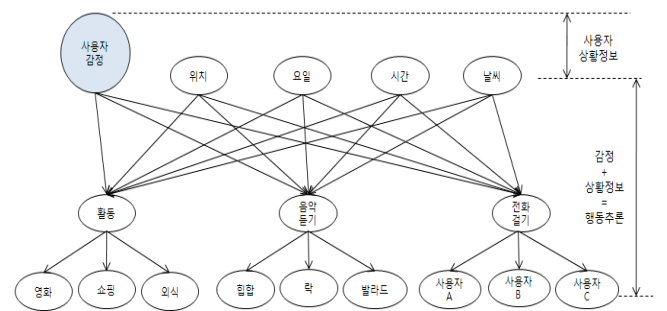
먼저 카메라를 통해 사용자의 얼굴을 수집하여 기쁨, 슬픔, 화남 3가지의 감정을 인지하고 GPS의 위도와 경도로 사용자의 위치를 파악할 수 있다. 또한 타이머를 통해 요일과 시간대를 알 수 있다. 요일은 주중(월~금)과 주말(토, 일)로 나뉘었으며 시간은 24시간을 6시간으로 균등하게 분할하였다. 마지막으로 3G망과 Wi-fi로 구글 날씨 정보를 XML로 받아 맑음, 흐림, 눈, 비로 나누었다. 이렇게 선별된 5가지 정보는 사용자의 행동을 추론하기 위한 데이터로 사용된다.

액티비티 매니저는 컨텍스트 콜렉터에서 수집한 상황

정보들을 항상 최신 정보로 업데이트하고 다른 모듈과 동기화 작업을 한다. 또한 감정인지 모듈과 행동추론 모듈에서 수집 데이터를 요청 시 데이터를 전달한다.

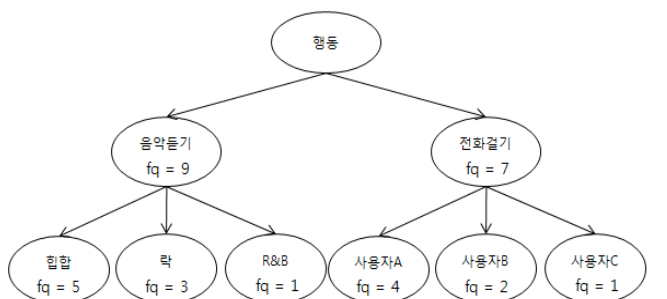
3.3 행동추론 매니저

사용자는 감정과 특정 상황 속에서 특정한 행동을 한다. 또한 사용자는 모바일 기기가 사용자의 성향을 파악하여 자동으로 서비스하길 원한다. 본 논문에서는 행동추론 매니저에서 사용자의 감정에 따라 그 때의 감정과 상황정보 그리고 행동을 조합하여 최적의 행동을 추론하고 서비스를 제공한다. 사용자의 감정과 특정 상황에 따라 사용자의 성향을 추측하기 위해서는 일반적으로 사용할 수 있는 방법이 과거 사용자의 감정과 상황, 그리고 행동을 히스토리DB에 저장시켜 과거의 정보와 비교, 분석하는 것이다. 따라서 본 논문은 행동을 추론하기 위해 온톨로지 기반의 계층화된 트리 구조에서 사용자의 행동을 학습하여 추론한다. 그림 4는 사용자의 성향 및 의도에 따른 행동을 추론하기 위해 사용자의 감정노드와 위치, 요일, 날씨, 시간의 상황정보 노드를 연결하는 과정을 보여주고 있다.



(그림 4) 사용자 상황에 따른 행동추론 설계

또한 감정과 특정 상황 속에서 행동을 추론하기 위해서는 히스토리DB에서 과거의 행동 빈도수를 분석 하여야한다. 그림 5는 행동 빈도수에 따른 행동을 추론하기 위한 예이다.



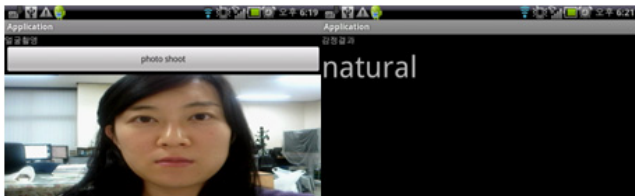
(그림 5) 행동 추론 예

특정 감정과 상황에 대한 행동 트리구조가 있고 사용자의 경험에 의해 히스토리가 축적되어 각 노드에는 빈도 값이 측정되어 있다. 빈도 값은 사용자가 특정한 행동을 행한 횟수이다. 상위노드는 링크로 연결된 하위 노드의 부모이

며 부모노드의 빈도수는 자식노드들의 합이다. 감정과 상황정보로 인해 특정한 행동을 서비스해야 될 때 행동의 부모노드에서 빈도 값이 가장 높은 것부터 우선순위로 추천된다. 또한 추천 매니저는 사용자가 우선순위가 높은 것을 선택하거나 또는 사용자의 성향 및 의도 등의 변화로 다른 행동을 선택 시에도 계속적으로 히스토리에 저장된다. 이것은 많은 데이터 학습 시 사용자의 의도를 정확히 반영할 수 있다.

4. 상황인지 스마트폰 구현과정

상황인지 스마트폰은 안드로이드 기반으로 개발되고 있으며 학습 및 추론과 관련한 모든 모듈은 디바이스 내부에 탑재하여 원격 서버와 통신 없이 디바이스 자체적으로 처리할 수 있도록 하였다. 그림 6은 감정인지 실험의 한 예이다.



(그림 6) 감정인지 실험 예

사용자의 감정인지를 위해 획득한 얼굴 영상의 크기를 240*320으로 제한했으며 얼굴 영상은 행렬 계산을 위해 30*30으로 정규화 하였다. 감정인지를 위한 데이터 셋은 한 사람의 표정연출에 의해 추출된 이미지로 기쁨, 화남, 슬픔 3가지의 감정으로 분류하였고 각각 20장의 이미지로 총 60장이 사용되었다. 또한 감정인지를 평가하기 위해 신규 이미지 30장을 사용하였으며 실험결과 85%의 감정 정확도를 확인할 수 있었다.

<표 2> 감정인지 실험결과

No	True expression	Simulation results	No	True expression	Simulation results
1	happy	Happy	16	Anger	Anger
2	Happy	Happy	17	Anger	sad
3	Happy	happy	18	Anger	Anger
4	Happy	Happy	19	Anger	Anger
5	Happy	Happy	20	Anger	Anger
6	Happy	Happy	21	sad	sad
7	Happy	Happy	22	Sad	sad
8	Happy	Happy	23	Sad	Happy
9	Happy	Happy	24	Sad	Happy
10	Happy	Happy	25	Sad	sad
11	Anger	Anger	26	Sad	sad
12	Anger	Happy	27	Sad	sad
13	Anger	Anger	28	Sad	sad
14	Anger	Anger	29	Sad	sad
15	Anger	Anger	30	sad	sad

5. 요약

본 논문에서는 안드로이드를 기반으로 사용자의 감정을 포함한 다양한 상황을 인지하고 감정과 상황에 따른 사용자의 요구사항 및 의도를 파악하여 행동을 추론할 수 있는 상황인지 스마트폰을 제안하였다. 이러한 상황인지 스마트폰은 다양한 서비스를 위한 틀을 제공해준다. 향후 과제로는 제안한 컨텍스트 플랫폼 구축을 완성하여 실제 환경에 적용해 봄으로써 그 효과와 유용성을 증명하고자 한다.

Acknowledgement

본 논문은 BK21 2단계 사업을 지원 받아 연구되었음.

참고문헌

[1] M. Raento, et al, "ContextPhone : A prototyping platform for context-aware mobile application," IEEE Pervasive Computing, Vol. 4, No. 2, pp.51-59, 2005.

[2] A. Schmidt, et al, "Advanced Interaction in Context," in Proceedings of First International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing, pp.89-101, 1999.

[3] D. Siewiorek et al, "SenSay: a context-aware mobile phone," Proc. of Seventh IEEE International Symposium on Wearable Computers, pp.248-249, 2003

[4] A. Krause, et al., "Context-aware mobile computing : Learning context-dependent personal preferences from a wearable sensor array," IEEE Pervasive Computing, Vol. 5, No. 2, pp.113-127, 2006.

[5] G. Tewari, et al, "Personalized location-based brokering using an agent-based intermediary architecture," decision Support Systems, vol. 34, No.2 pp.127-137, 2003.

[6] A.B. Kocaball, et al, "Granular best match algorithm for context-aware computing system," The Journal of Systems and Software, Vol. 80, No. 12, pp.2015-2024, 2007.

[7] M. Turk, et al, "EigenFaces for recognition," Journal of Cognitive Neuroscience, Vol. 3, No. 1, pp.71-86, 1991.