

확률기반 상위수준 컨텍스트 인식기를 활용한 라이프로그 태깅 인터페이스

(A Lifelog Tagging Interface
using High Level Context
Recognizer based on Probability)

황 주 원 [†] 이 영 설 [‡]
(Ju-Won Hwang) (Young-Seol Lee)

조 성 배 ^{**}
(Sung-Bae Cho)

요 약 모바일 디바이스의 발전으로 이를 이용하여 개인의 일상정보를 지속적으로 수집할 수 있게 되었다. 하지만 모바일 환경에서 수집한 개인의 일상정보는 그 양이 매우 방대하고, 모바일 환경의 불확실성과 모바일 디바이스의 제한된 용량과 배터리 등의 제약사항이 있어 수집한 일상 정보가 불확실하다는 문제점이 있다. 위의 문제점을 극복하고, 일상정보를 효과적으로 관리하기 위해서는 검색성을 갖는 특징정보를 이용하여 태깅하는 작업이 요구된다. 따라서, 본 논문에서는 상위수준 컨텍스트 인식기를 활용한 태깅 인터페이스를 이용하여 보다 정확한 특징정보를 태깅하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 일상정보의 특징정보인 상위수준 컨텍스트를 베이저안 네트워크로 모델링한 인식기로 추출한 후, 인식한 상위수준 컨텍스트를 태깅 인터페이스

를 이용하여 사용자에게 추천하고, 사용자는 추천된 상위수준 컨텍스트를 선별하여 일상정보에 직접 태깅할 수 있는 것이 특징이다. 제안하는 태깅 인터페이스는 사용성, 목표성, 기능성, 주도성 측면에서 작업지원수준을 평가한 결과 81%의 만족도를 보임을 확인하였다.

키워드 : 베이저안 네트워크, 태깅, 상위수준 컨텍스트, 라이프로그

Abstract We can constantly gather personal life log from developed mobile device. However, gathered personal life log in mobile environment have a large amount log and uncertainty such as uncertainty of mobile environment, limited capacity and battery of mobile device. Tagging task using a landmark such as a key word should be required to overcome the above problem and to manage personal life log. In this paper, we propose new tagging method and a life log tagging interface using high level context recognizer based on probability. The new tagging method extract high level context such as landmark of life log using recognizer which is modeled from bayesian network and recommend recognized high level context to user using tagging interface. Finally user can directly do tagging task to life log. This task is a special feature in our process. As the result of experiments in task support level which include usability, level of a goal, function and leading, we achieved a feeling of satisfaction of 81%.

Key words : Bayesian Network, Tagging, High Level Context, Lifelog

1. 서 론

디지털 디바이스의 발전과 더불어 다양한 디지털 기능이 하나의 모바일 디바이스로 통합되고 있다. 하나의 모바일 디바이스로 GPS, MP3, 카메라 등의 다양한 기능을 이용할 수 있게 된 것이다. 특히, 스마트폰의 경우 PDA에 모바일 폰 기능이 더해져 앞서 설명한 다양한 기능의 사용기록과 통화, SMS 사용기록 등의 풍부한 사용자 정보의 수집이 가능케 되었다[1].

수집한 사용자 정보는 개인의 일상에서 일어나는 모든 일들의 일상정보를 의미하며 일반적으로 라이프로그라 칭한다. 하지만 수집한 라이프로그를 그대로 사용할 경우 일상을 기록, 검색, 공유하고 나아가 개인 맞춤형 서비스를 제공하기에는 어려움이 있기 때문에 사용하기 적당한 값으로 재정의하는 과정이 요구된다. 이와 더불어 모바일 환경에서 수집한 라이프로그는 실생활의 불규칙성, 사용자 의도 및 감정의 불확실성, 인과관계의 불확실성 등의 문제점이 있어 이를 분석하고, 상위수준 컨텍스트를 인식하는 과정과 인식한 결과를 태깅하는 과정이 요구된다[2]. 최근 수집한 라이프로그를 분석하

· 본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음(10033807, 다중센서 및 협업을 위한 자율 학습 기반 상황인지 기술)

· 이 논문은 2009 한국컴퓨터종합학술대회에서 '확률기반 상위수준 컨텍스트 인식기를 활용한 라이프로그 태깅 인터페이스'의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임.

[†] 학생회원 : 연세대학교 컴퓨터과학과
juwon@sclab.yonsei.ac.kr
tiras@sclab.yonsei.ac.kr

^{**} 종신회원 : 연세대학교 컴퓨터과학과 교수
sbcho@cs.yonsei.ac.kr

논문접수 : 2009년 8월 13일
심사완료 : 2009년 9월 21일

Copyright©2009 한국정보과학회 : 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터 제15권 제10호(2009.10)

여 개인의 일상을 관리하고 서비스를 제공하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. A. Krause는 수집한 개인의 일상정보를 분류, 학습, 인식시킨 뒤 베이지안 네트워크를 사용하여 서비스를 제공하는 연구를 하였으며 MS에서는 디지털화할 수 있는 개인의 모든 정보를 수집하여 제안하는 MyLifeBits 시스템으로 기록, 검색, 관리하는 연구를 진행하였다[3,4].

본 논문에서는 모바일 환경에서의 문제점을 극복하고, 보다 효과적으로 라이프로그를 관리하기 위한 태깅 인터페이스를 제안한다. 제안하는 태깅 인터페이스는 자동 태깅에서의 정확성 문제와 수동태깅에서의 사용자의 피로와 주관적인 관점이 개입되는 문제를 극복하기 위해 라이프로그 수집, 수집한 로그 분석, 상위수준 컨텍스트 인식, 라이프로그 태깅 네 단계로 구성하였다. 라이프로그 수집단계에서는 GPS, 통화, SMS, 사진 등의 개인의 일상정보를 수집한다. 다음 단계는 상위수준 컨텍스트 인식기에서 사용 가능한 값을 추출하기 위한 분석단계로 전처리를 거친다. 상위수준 컨텍스트 인식단계에서는 상위수준 컨텍스트를 상위행동과 하위행동으로 나누고, 전처리과정에서 추출된 값을 분석하여 정확한 결과를 인식하고자 하였다. 이에 는 확률적인 접근방법인 베이지안 네트워크로 모델링한 상위수준 컨텍스트 인식을 활용하였다. 마지막으로 태깅단계에서는 효과적인 태깅을 하기 위해 제안하는 태깅 인터페이스를 사용하여 인식한 상위수준 컨텍스트를 확률순으로 시각화시킨다. 또한 사용자가 인지하는 행동범주를 선택하여 보다 정확한 정보로 태깅할 수 있는 방법과 라이프로그를 30분 단위로 나누어 하루 동안의 로그를 시각화하는 방법을 제안한다.

2. 관련연구

2.1 고수준 상황정보 인식

모바일 디바이스는 사용자가 휴대하므로 일상정보를 수집하기 용이하며 무엇보다 개인이 소지하고 있는 디바이스이기 때문에 이를 이용하여 개인의 일상을 기록하고 서비스를 제공하고자 하는 연구들이 진행 중이다.

A. Krause, A. Smailagic 등은 웨어러블 센서로부터 수집된 데이터를 컨텍스트 분류기로 분류한 뒤 사용자의 기호를 반영하는 컨텍스트에 매칭하도록 학습시켜 상황을 인식하였다. 예측한 상황에 대한 서비스를 제공하기 위해서 베이지안 네트워크를 사용하여 서비스를 선택하는 방법을 사용하였다[3]. E. Horvitz 등은 사람의 인지 행동을 베이지안 네트워크를 이용하여 개인 PC에서 수집된 로그를 바탕으로 자동 모델링하여 특이성(Landmark)을 인식하는 방법을 제안하였다[5]. K.-S. Hwang, S.-B. Cho 등은 수집된 로그를 베이지안 네트

워크를 기반으로 모델링한 분산 모듈로 분석하여 사용자 행동의 특이성을 탐지하는 방법을 제안하였다[2]. 그러나 A. Krause, E. Horvitz, K.-S. Hwang이 제안하는 연구는 시간대별 수집한 주요 일상정보의 흐름을 시각화시키지 않았으며 인식한 상황과 특이성을 일상정보에 태깅하는 연구를 진행하지 않았다. 따라서 본 논문에서는 상위수준 컨텍스트를 인식하는 것에서 나아가 일상정보의 흐름을 효과적으로 시각화시키고, 인식된 상위수준 컨텍스트를 이용하여 라이프로그를 태깅하는 방법을 제안한다.

2.2 라이프로그 시각화

Nokia에서 연구 중인 NokiaviNe는 핸드폰으로 할 수 있는 통화, SMS는 물론이고, 사진, 동영상, mp3 정보를 시간과 지리적 위치를 기억해서 사이트에 저장시킨다. 이는 해당 사이트에서 제공하는 지도 안에 쌓이게 된다. NokiaviNe의 특징은 기록을 넘어서 다른 사용자와 공유할 수 있다는 것이다[6]. 마이크로소프트의 MyLifeBits는 디지털화할 수 있는 개인의 모든 문서, 사진 등의 수많은 데이터를 저장하여 MyLifeBits 시스템으로 검색 및 관리하는 방법을 제안하였다[4]. 하지만 노키아와 마이크로소프트의 연구는 상위수준 컨텍스트의 인식 없이 수집한 라이프로그를 분석하여 서비스를 제공한다. 본 논문에서는 상위수준 인식을 활용하여 라이프로그를 효과적으로 태깅하기 위한 방법을 제안한다.

3. 라이프로그분석과 상위수준 컨텍스트 인식 및 태깅

본 절에서는 모바일 디바이스로 수집한 라이프로그를 전처리 과정을 통해 분석한 뒤, 베이지안 네트워크로 모델링한 인식기로 상위수준 컨텍스트를 추출하는 방법과 태깅 인터페이스를 이용한 일상정보 시각화와 상위수준 컨텍스트를 이용하여 라이프로그를 태깅하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법의 전체 플로우는 그림 1과 같다.

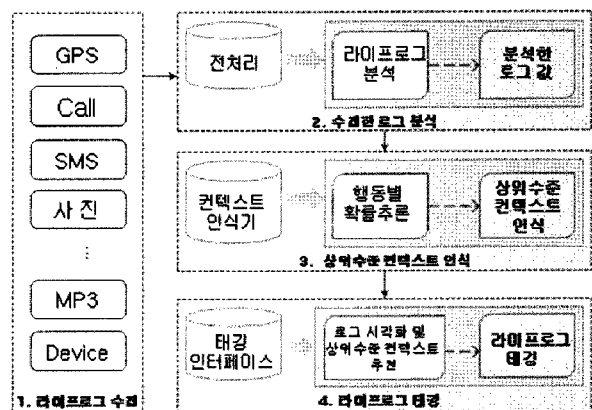


그림 1 태깅 인터페이스 전체 플로우

3.1 라이프로그 수집 및 분석

본 절은 논문에서 제안하는 태깅 인터페이스 전체 플로우 중 라이프로그 수집과 로그 분석 단계인 전처리 과정을 설명한다. 태깅의 대상이 되는 개인정보 수집을 위해 Windows mobile 6.0기반의 모바일 디바이스인 삼성전자의 스마트폰 m4650을 사용하였으며 대학생 12명을 대상으로 4주간 일상정보를 수집하였다. 수집한 라이프로그를 자동으로 태깅하는 상위수준 컨텍스트 인식기에서 이용하기 위해서는 전처리 과정이 요구된다. 본 연구의 전처리 과정에서는 통화, SMS, MP3, 사진, 장소, 시간, 요일, 상태, 감정에 해당하는 일상정보를 30분 단위로 다시 선택하였으며 전처리를 거친 라이프로그의 값은 표 1과 같다.

표 1 전처리된 라이프로그 값

로그명	로그 값
장소	Library, School, Theater, Park, Playground, Restaurant 외 22개 장소
통화	통화 횟수
SMS	SMS 사용 횟수
MP3	Listening
사진	사진이름, 사진이미지
시간	Morning, Afternoon, Night, Dawn, NoDawn
요일	Workday, Saturday, Sunday
상태	Idle, Busy, Normal 외 3개 상태
감정	Unhappy, Happy

전처리 과정을 거친 라이프로그는 각각의 특징 값을 가지게 되며 제안하는 태깅 인터페이스에서 그림 2와 같이 표시된다. A는 라이프로그의 텍스트정보이고 B는 라이프로그 중 사진정보를 이미지로 나타낸 것이다.

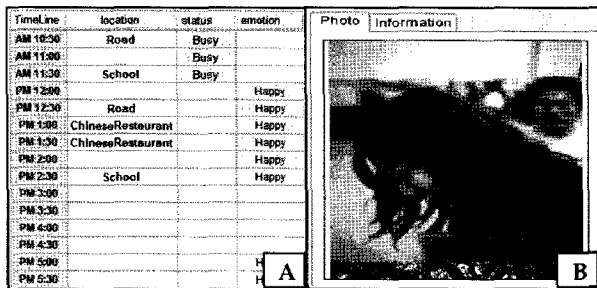


그림 2 라이프로그 시각화

3.2 상위수준 컨텍스트 인식

모바일 환경은 앞서 설명한 다양한 불확실성이 내제되어 있고, 수집한 라이프로그의 양이 방대하여 관리하기에 어려움이 있기 때문에 수집한 라이프로그를 분석한 상위수준 컨텍스트의 인식이 요구된다. 이를 위해 본 절에서는 인식기를 이용하여 앞서 전처리한 값의 상위

수준 컨텍스트를 추출한다. 제안하는 방법에서는 불확실한 정보에서 보다 정확한 특징정보를 추출하기 위해 확률기반 연산을 하는 베이지안 네트워크를 이용하여 상위행동과 하위행동별 상위수준 컨텍스트 인식기를 설계하였다. 설계한 모델에서는 모든 노드의 값을 Yes와 No로 정의하였으며 전처리 과정을 거친 특정로그의 값이 0.5이상이면 증거노드의 값을 Yes로 세팅하였고, 0.5 미만이면 증거노드의 값을 No로 세팅하였다. 세팅한 노드 값으로부터 계층화된 상위-하위행동별 확률 값을 추론하여, 확률 값이 높은 순으로 상위수준 컨텍스트의 순위를 추출한다.

베이지안 네트워크는 중요한 변수들 간의 확률 관계를 노드와 호(arc)로 표현하는 방향성 비순환 그래프(DAG: directed acyclic graph) 형태이며[7], 노드마다 정의된 조건부 확률 테이블(CPT: conditional probability table)에 의해 적은 비용으로 노드간의 확률관계를 효율적으로 표현할 수 있는 모델이다.

베이지안 네트워크는 Bayes' Rule에 의해 조건부확률을 연산이 가능하다. 다음 수식은 조건부확률 연산 수식을 나타낸다. 이때, x_n 는 n 번째 노드를, π_n 는 x_n 의 부모 노드의 집합을 의미한다[8].

$$\begin{aligned}
 P(x_1, x_2, \dots, x_n) &= P(x_1, x_2, \dots, x_{n-1})P(x_n | x_{n-1}, x_{n-2}, \dots, x_1) \\
 &= P(x_1)P(x_2 | x_1)P(x_3 | x_2, x_1) \dots \\
 &= P(x_1)P(x_2 | \pi_2)P(x_3 | \pi_3) \dots P(x_n | \pi_n)
 \end{aligned}$$

이러한 베이지안 네트워크를 기반으로 특징정보를 추출할 수 있는 상위수준 컨텍스트 인식기를 설계하였다. 설계한 상위수준 컨텍스트 인식기로부터 추출하고자 하는 특징정보는 라이프로그로부터 상황을 인식한 행동범주이다. 행동범주는 표 2와 같다.

추출한 상위수준 컨텍스트 순위는 제안하는 태깅 인터페이스에서 각 행동범주에 맞는 이미지버튼으로 상위 3위까지 시각화하였으며 순위별로 버튼의 크기와 색을 달리하여 인터페이스의 직관성을 높이고자 하였다. 이는 그림 3과 같다.

3.3 라이프로그 태깅

태깅이란 원하는 데이터에 쉽게 접근하고자 검색성을 갖는 특징정보를 레이블링하는 것이다. 때문에 보다 정확한 상위수준 컨텍스트를 이용하여 태깅하는 것이 요구된다. 본 절에서는 앞서 인식한 상위수준 컨텍스트를 확률순으로 시각화시켜 사용자 참여를 통해 태깅의 정확성을 높이는 태깅 인터페이스를 소개한다.

제안하는 태깅 인터페이스는 UI 디자인 기본 이론, HCI의 사용자 중심 시스템 접근방법과 Alison J.Head의 인터페이스 디자인 평가기준 항목 중 작업지원수준과 사용편리성 및 인터페이스 구성 부분을 참고하여 설

표 2 계층화한 상위·하위 행동범주

상위행동범주	하위행동범주
TELEVISION_READING_AND_OTHER_PASSIVE_LEISURE	WatchingTelevision
	ReadingBooks
ACTIVE_LEISURE	MusicTheaterDance
	PlayingVideoGame
	Sports
	WalkingAndRunning
EDUCATION_AND_RELATED_ACTIVITIES	Study
	FullTimeClass
	TravelingEducation
	Homework
	GroupStudy
HOUSEHOLD_WORK_AND_RELATED_ACTIVITIES	TakeOutFood
	ShoppingEverydayGoods
	RepairServices
	Examination
PAID_WORK_AND_RELATED_ACTIVITIES	LookingForWork
	WorkForPayAtMainJob
SLEEP_MEALS_AND_OTHER_RELATED_ACTIVITIES	NightSleep
	Naps
	Relaxing
	MealsAtSchool
	MealsAtHome
SOCIAL_SUPPORT_CIVIC_AND_VOLUNTARY_ACTIVITY	ArmyTraining
SOCIALIZING	RestaurantMeals
	SocializingAtBars
	SocialGaterings
	SocializingWithFriends
	MealWithFriends
SPORTS_MOVIES_AND_OTHER_ENTERTAINMENT_EVENTS	MusicConcerts
	Festival
	OperaBalletTheater
	WatchingMovie

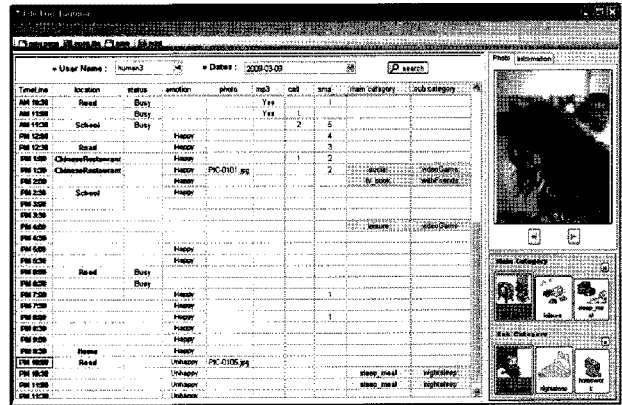


그림 4 태깅 인터페이스의 전체화면

main category	sub category
tv_book	TV
tv_book	TV
Sleep Meals: Sleep Meals and other Related Activities	MealsAtHome
Sleep Meals: Sleep Meals and other Related Activities	MealsAtHome
tv_book	Books

그림 5 라이프로그 태깅

인터페이스는 사용자에게 친숙한 풀다운메뉴, 아이콘 메뉴, 라이프로그윈도우, 사진탭, 라이프로그탭 그리고 상위행동버튼과 하위행동버튼으로 구성하였다. 기본적으로 사용자 이름과 날짜를 선택하거나, 태깅하려는 파일을 선택하면 화면 가운데에 위치한 라이프로그윈도우에서 30분단위로 하루 동안의 로그 흐름을 볼 수 있도록 하였다. 태깅하려는 시간을 클릭하면 상위행동버튼과 하위행동버튼을 이용하여 확률이 높은 순으로 상위수준 컨텍스트를 추천 받을 수 있으며 사진정보가 있을 경우 사진탭에서 확인할 수 있다. 또한 효과적인 시각화를 위해 중요한 정보인 장소, 상태, 감정 그리고 상위행동과 하위행동을 눈에 띄는 색으로 포인트를 주었으며 행동 버튼에는 알맞은 이미지를 제공하여 인터페이스의 직관성, 학습성을 높이고자 하였다. 그림 5는 상위수준 컨텍스트를 이용하여 라이프로그를 태깅한 것이다.

4. 실험 및 사용성 평가

인터페이스 평가기준은 Graphic User Interface를 필요로 하는 분야에서 유저 인터페이스 디자인 평가에 널리 사용하는 Alison J.Head의 인터페이스 디자인 평가기준 항목을 바탕으로 태깅 인터페이스 적용평가에 적합하도록 재정의하였다. 본 평가는 태깅작업에 대해 이해하고 있는 대학원생 14명을 대상으로 실시하였다. 평가방법은 1점부터 5점까지 점수를 주게 하였으며 1점은 '전혀 그렇지 않다'이고 5점은 '매우 그렇다'로 평가한다. 그래프 1, 2, 3은 태깅 인터페이스 평가기준 별 결과이다.

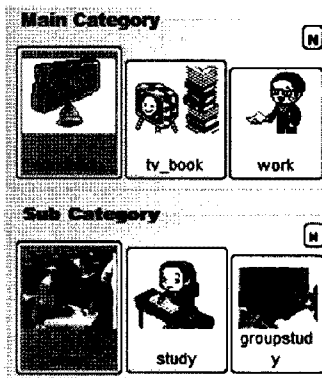
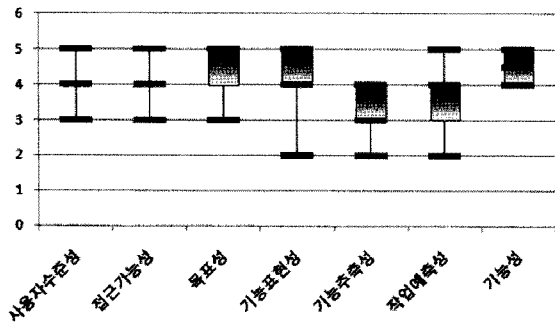
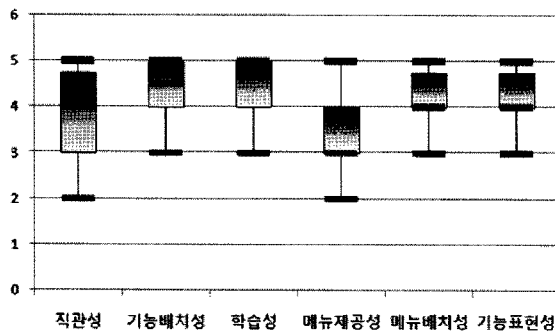


그림 3 상위수준 컨텍스트 시각화

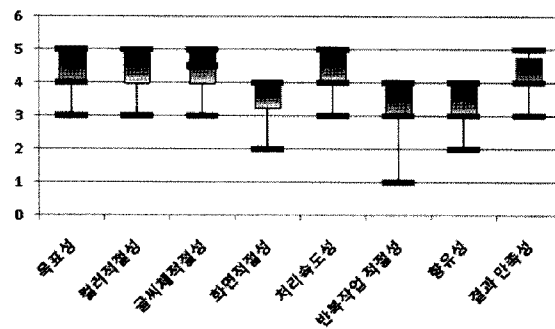
계하였으며[9], C#으로 구현하였다. 그림 4는 태깅 인터페이스의 전체화면이다.



그래프 1 태깅 인터페이스의 작업지원수준 평가



그래프 2 태깅 인터페이스의 사용편리성 평가



그래프 3 태깅 인터페이스의 미학적인 구성 평가

평가결과 작업 수행 목표와의 일차성, 기능성, 기능 배치성, 작업 목표성, 결과 만족성 등의 문항에서 높은 평가를 받았다. 이는 사용자가 태깅 인터페이스를 이용함으로써 원하는 작업 결과를 얻을 수 있음을 나타낸다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 개인의 라이프로그를 효율적으로 관리하기 위해 확률기반 상위수준 컨텍스트 인식기를 활용한 태깅 인터페이스를 제안하였다. 제안하는 태깅 인터페이스는 라이프로그 수집, 라이프로그 분석, 상위수준 컨텍스트 인식, 라이프로그 태깅 네 단계로 구성하였다. 상위수준 컨텍스트 인식단계에서는 베이지안 네트워크로 모델링한 인식기를 사용하였다. 베이지안 네트워크는 확률기반 연산을 함으로 불확실한 모바일 환경에서 수

집한 라이프로그에 사용될 수 있다. 라이프로그 태깅단계에서는 태깅 인터페이스를 이용하여 앞서 인식한 상위수준 컨텍스트를 확률순으로 시각화시켜 정확한 태깅을 돕는다.

향후 연구는 상위수준 컨텍스트 인식기의 성능을 향상시켜야 할 것이며 보다 풍부한 라이프로그를 수집해야 할 것이다. 또한 사용성 평가에서 인터페이스의 부족한 부분으로 나타났던 다양한 메뉴체계 제공과 인터페이스를 사용하면서 즐거움을 느낄 수 있도록 보완해나가야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] H.-S. Park and S.-B. Cho, "Prediction of User Activity based on Mobile Life-log using Dynamic Bayesian Network," *Proc. the 30th KIPS Fall Conference*, vol.15, no.2, pp.60-63, 2008. (in Korean)
- [2] K.-S. Hwang and S.-B. Cho, "Bayesian Inference Model for Landmark Detection on Mobile Device," *Journal of Korea Information Science Society: Computing Practices*, vol.13, no.1, pp.35-45, 2007. (in Korean)
- [3] A. Krause, A. Smailagic and D. P. Siewiorek, "Context-aware Mobile Computing: Learning Context-Dependent Personal Preferences from a Wearable Sensor Array," *IEEE Trans on Mobile Computing*, vol.5, no.2, pp.113-127, 2006. (in American)
- [4] J. Gemmell, G. Bell, R. Lueder, S. Drucker and C. Wong, "MyLifeBits: Fulfilling the Memex Vision," *Proc of Int. Multimedia Conf.*, pp.235-238, 2002. (in French)
- [5] E. Horvitz, S. Dumais, and P.Koch, "Learning Predictive Models of Memory Landmarks," *26th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 2004. (in American)
- [6] <http://vine.nokia.com/>
- [7] D. Heckerman, "Bayesian Networks for Data Mining," *Data Mining and Knowledge Discovery*, Vol.1, no.1, pp.79-119, 1997. (in American)
- [8] K.B. Korb and A.E. Nicholson, *Bayesian Artificial Intelligence*, Chapman & Hall/CRC, 2003. (in American)
- [9] A. J. Head, *Design Wise: A Guide for Evaluating the Interface Design of Information Resources*, Information Today, Inc., 1999. (in American)