

토픽 모델 기반의 단일 행위들로부터 행위 패턴 인지 기술

*한만형, **이승룡

*경희대학교, **경희대학교

*smiley@oslab.khu.ac.kr, **sylee@oslab.khu.ac.kr

Recognizing Activity Pattern based on Activity Particles using Topic Models

*Manhyung Han, **Sungyoung Lee

*Kyung Hee Univ., **Kyung Hee Univ.

요약

본 논문은 토픽모델 방법론을 통해 수많은 행위 레이블들로부터 행위 패턴을 인지하는 기술을 제안한다. 행위인지 기술을 기반으로 서비스를 제공하는 보안, 엔터테인먼트 및 의료분야의 다양한 서비스들은 보다 향상된 서비스의 제공을 위해 단위 행위에 대한 인지 뿐만이 아니라 행위주체의 의도 및 패턴을 인지하는 기술이 요구된다. 본 논문은 행위 패턴의 인지를 위해 다양한 방법론들로부터 일상생활행위(ADL) 레이블들을 수집하여 이를 특정 기간 혹은 조건하에 대표되는 행위를 추출하는 토픽모델 기반의 지능형 서비스 제공 시스템(i-LiSP: Intelligent Lifestyle Service Provider)의 설계 및 핵심 알고리즘을 제안하고 기술한다.

I. 서론

행위인지 기술은 헬스케어, 라이프케어 등 실생활의 다양한 인간중심의 서비스를 가능하게 하는 유비쿼터스 컴퓨팅 기술의 중요한 핵심 기술이며 단일 행위들로부터 복합 행위를 인지하는 많은 연구들이 수행되었다. 동시에 발생하는 여러 행위를 인지하는 기술, 특정 행위 중에 또 다른 행위들이 불규칙적으로 발생하는 행위들을 인지하는 기술[1] 및 여러 사용자가 있는 환경에서의 행위인지 기술들이 있다. 하지만 단일 행위의 인지는 사용자의 의도의 파악 및 예측이 어렵다는 한계가 있으며 동일 행위에 대해서도 시간, 장소 및 개인의 특성에 따른 다양성의 추론이 불가능하다.

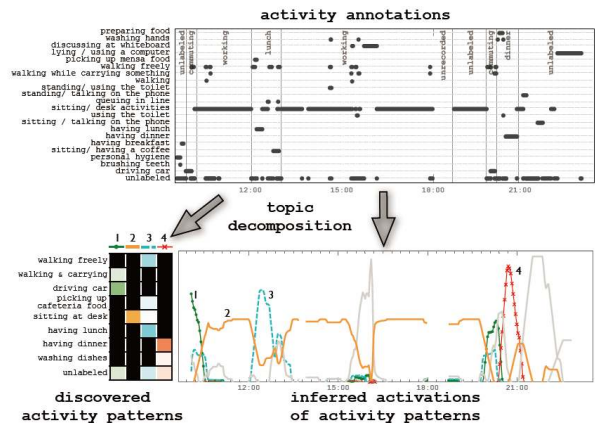
이에 반해 행위패턴인지기술은 저수준의 센서 혹은 단일 행위들만이 인지된 데이터로부터 특정 패턴이나 규칙을 찾아내는 기술로써, 본 논문에서는 확률을 기반으로 대표 행위를 추론해내는 토픽모델기술을 사용한 방법론을 제안한다. 지능형 서비스를 제공하는 i-LiSP 모듈의 설계 및 핵심 알고리즘은 토픽 모델기반의 행위패턴 인지 모듈(TAPR: TM-based Activity Pattern Recognizer)을 제안하며, 본 기술이 라이프케어, 헬스케어, 엔터테인먼트와 같은 분야에서 활용될 수 있는 가능성을 제시한다.

2장에서는 기존의 행위인지 및 행위패턴인지 연구를 제시하며 3장에서는 본 논문의 핵심 알고리즘인 토픽모델 기술의 개요를 그리고 4장에서는 제안하는 시스템의 설계 및 향후 연구를 제시한다.

II. 관련 연구

행위패턴의 인지를 위해서는 센서들로부터 수집된 저수준의 데이터를 행위추론을 통해 고수준 행위인지 결과를 얻거나 장기간의 행위데이터를 기반으로 축적된 데이터들의 연관성 및 규칙을 찾아내는 기술이 요구된다. HMM(Hidden Markov Model)기술을 사용하여 레이블링되지 않은 웨어러블 센서 데이터들로부터 행위 및 의도를 파악해내는 연구[2]와 핸드

폰을 통해 사용자 위치정보를 수집하여 위치 및 확률 정보를 추론하고 특정 시간 동안의 위치변화 패턴을 인지하는 연구[3]가 수행되었다. 또한 수많은 행위들을 클러스터링하여 몇몇 클래스로 분류하고 발생 빈도에 따라 특징을 부여하여 패턴을 인지하거나[4] 사용빈도가 높은 사무실의 PC를 중심으로 사무실에서 발생하는 다양한 행위 - 프레젠테이션, 회의 및 전화통화 - 들을 음성, 비디오, 키보드 및 마우스를 통해 추론해내는 시도가 있었다[5]. 토픽 모델을 사용하여 일일 행위 루틴을 모델링하는 연구에서는[6] 신체의 각 부분에 부착된 가속도 센서로부터 저수준의 데이터를 직접적으로 수집하고 수집된 행위를 레이블링하여 하루동안의 행위 빈도 및 특징을 추론하였다.



[그림 1] 시간 축을 기준으로 발생한 단순행위의 기록[上]을 통해 하루 동안의 행위패턴[下]을 나타낸 그래프[6]

III. 토픽모델 알고리즘(Topic Models)[8]

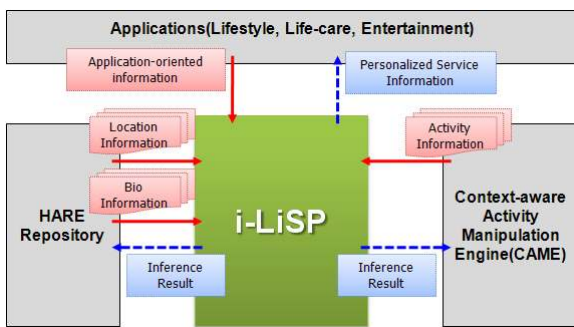
토픽모델은 텍스트 프로세싱을 위한 기술로부터 발생한 개념으로[7], 하나의 문서를 여러 단어들의 집합으로 인식하여(bag-of-words) 해당 문서에 많은 빈도로 발생하는 단어를 확률에 근거하여 추출하는 기술이다. 문서 d 가 여러 토픽들로 구성되어 있을 경우 토픽 z 의 중요도를 확률분포 $p(z/d)$ 로 모델링할 수 있으며 또한 토픽을 구성하는 각 단어 w 의 중요도 또한 확률분포 $p(w/z)$ 로 나타낼 수 있다. 다음 식 1은 토픽의 집합으로 구성된 문서에서 단어의 분포를 나타낸다.

$$p(w/d) = \sum_{z=1}^T p(w/z)p(z/d) \quad (1)$$

행위패턴의 인지 또한 '인지된 행위'가 '단어(w)'로 '패턴'이 '토픽(z)'에 대응하여 위와 같은 방법론을 통해 확률을 기반으로 추출해 낼 수 있다.

IV. 행위패턴인지 기술 기반의 지능형 서비스 제공 시스템

사용자 중심의 많은 어플리케이션에서는 행위를 인지하여 이에 적절한 서비스를 제공해주는 것을 목표로 하고 있다. 본 논문에서는 토픽모델을 기반으로 한 지능형 서비스 제공 모듈(i-LiSP)을 제안한다. i-LiSP는 다양한 행위인지 방법론을 통해 수집된 단순 행위 및 위치, 생체 데이터를 수집하여 이 데이터를 기반으로 행위패턴 정보를 추출해내고, 이를 라이프케어, 엔터테인먼트와 같은 응용에 제공한다.

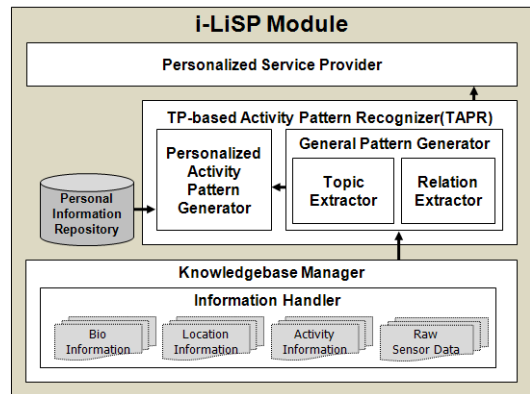


[그림 2] i-LiSP의 인터페이스 아키텍처

토픽모델 기반의 행위패턴인지 모듈(TAPR: TP-based Activity Pattern Recognizer)은 일반 행위패턴을 생성하는 모듈과, 특정 사용자의 정보를 기반으로 개인화된 서비스를 제공할 수 있게 행위패턴을 생성하는 모듈로 구성되며 그 결과를 개인화된 서비스 제공 모듈로 전달한다. 일반 행위패턴 생성모듈은 수많은 행위 레이블 지식기반(Knowledge Base)으로부터 토픽을 추출해내는 Topic Extractor와 추출해낸 토픽을 간의 또는 대상 사용자들 간의 연관성을 추출해내는 Relation Extractor로 구성되며, 추출을 위해 LDA(Latent Dirichlet Allocation) 알고리즘을 사용한다. Relation Extractor은 행위 레이블들 간의 'Relation'을 찾아내는 모듈로써, 수면시간-화장실 사용빈도 또는 걷는 시간-몸무게 와 같은 서로 다른 행위요소들 간의 연관관계를 추출한다.

지능형 서비스의 제공을 위해서는 동일한 행위에 대해서도 발생시간이나 장소 또는 개개인의 상태에 따라 서로 다른 의미를 가지는 결과를 추론할 수 있어야 하며 i-LiSP의 개인화 행위패턴 생성 모듈에서 이를 담당한다. 예를 들어 넘어지는 행위가 인지된 경우 일반인과 노약자의 경우 그 중요도가 매우 다르며, 장소에 대해서도 제공되어야 할 서비스가 다르다. 따라서 동일 행위패턴이 인지되더라도 다양한 상황과 사용자를 고려한 서비스의 제공에 대한 판단이 요구되며 이는 i-LiSP의 Personalized Service Provider 모듈에서 수행한다. 추출한 행위패턴 정보들을 본 시스템이 사용되는 다양한 응용에 따라 어떠한 서비스가 제공될 지를 판단하

며, 적용되는 도메인의 Domain Expert의 요구사항 및 요구서비스에 맞는 의사결정지원(Decision Support)의 역할을 한다.



[그림 3] 토픽모델 기반의 i-LiSP 모듈의 세부 아키텍처

V. 결론

본 논문에서 제안한 토픽모델 기반의 지능형 서비스 제공모듈은 수집된 행위 레이블을 사용하여 고수준의 행위패턴을 추론해내며 이를 다양한 응용에 적용하여 보다 정확한 서비스의 제공 및 예측이 가능하다. 또한 토픽모델 알고리즘은 행위 레이블을 사용하여 추론을 하므로 기존 단순행위인지 모듈과의 연동이 쉬우며 타행위인지 시스템으로의 적용이 용이하다.

본 연구는 향후 만성질환 관리와 같이 장기간의 행위정보를 기반으로 환자의 상태를 예측하고 주기적으로 모니터링이 요구되는 응용에 적용하여, 임상 의사결정시스템(CDSS: Clinical Decision Support System)의 핵심 기술로써 제안 기술을 구현하고 실제 의료분야에서의 활용도 및 적합성을 평가한다.

참고 문헌

- [1] T. Gu, Z. Wu, X. Tao, H. K. Pung, and J. Lu, "epSICAR: An Emerging Patterns based approach to sequential, interleaved and Concurrent Activity Recognition", Proceedings of the IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, 2009.
- [2] B. Clarkson and A. Pentland. "Unsupervised clustering of ambulatory audio and video", In icassp, 1999.
- [3] N. Eagle and A. Pentland. "Reality mining: sensing complex social systems", Personal and Ubiquitous Computing, 10(4):255-268, 2006.
- [4] R. Hamid, S. Maddi, A. Johnson, A. Bobick, and C. I. I. Essa "Unsupervised discovery and characterization of activities from event-streams" In UAI, 2005.
- [5] Oliver, E. Horvitz, and A. Garg. "Layered representations for human activity recognition", Proceedings of the ICMI, 2002.
- [6] Tâm Huynh, Mario Fritz and Bernt Schiele, "Discovery of activity patterns using topic models", Proceedings of the 10th international conference on Ubiquitous computing, Vol. 344, pp. 10-19, 2008
- [7] T. Hofmann. "Unsupervised learning by probabilistic latent semantic analysis", Machine Learning Journal, 42(1):177-197, 2001
- [8] Blei, David M. et al, "Latent Dirichlet allocation", Journal of Machine Learning Research, pp. 993-1022, 2003