

## 사무실 이벤트 검색을 위한 베이지안 네트워크 기반 사용자 선호도 모델링

임수정<sup>○</sup> 박한샘 조성배  
연세대학교 컴퓨터과학과

{soojung<sup>○</sup>, sammy}@sclab.yonsei.ac.kr, sbcho@cs.yonsei.ac.kr

### Bayesian Networks based User Preference Modeling for Office Event Retrieval

Soojung Lim<sup>○</sup>, Han-Saem Park and Sung-Bae Cho  
Department of Computer Science, Yonsei University

최근 다양한 단말에서 수집된 동영상 데이터의 양이 크게 증가함에 따라, 동영상 데이터를 분석하여 유용한 정보를 얻기 위한 효율적인 검색기술이 필요해졌다. 특히 인터넷 서비스의 급속한 발달로 인한 데이터의 증가는 수많은 데이터와 자원을 효과적으로 관리하고 사용자 개개인에 초점을 맞춘 검색 툴을 필요로 하게 하였다[1]. 하지만 최근 웹사이트에서 제공하는 사용자 모델링 서비스는 텍스트 기반 페이지 구성이나, 추천 검색 등에만 국한되어 있는 단점이 있다. 본 논문에서는 기존 연구로 진행되었던 멀티카메라 환경 내 수집된 저수준의 컨텍스트 정보를 통한 이벤트 인식 모델[2]을 확장하여 사용자의 선호도를 이용한 이벤트 검색을 위한 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 이벤트 검색 방법의 개요는 그림 1과 같다.

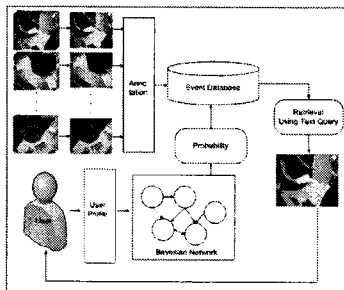


그림 1. 제안하는 검색 방법의 개요

First level	
Context Type	Value
Coordinate (x, y, z)	{100, 101, 102, 103, 110, 111, 112, 113}
Environment: Sound Type	{Voice, Machine, Silent}
Environment: Light Type	{On, Off}
Environment: Time Type	{Video Frame, Scenario Time}
Environment: Area Type	{Indoor, Outdoor}
Actor: ID	{Actor A, Actor B, Actor C}
Actor: Counting	{Zero, One, Two}
Actor: Location	{Entrance, Left_top, Left_bottom, Center, Right_top, Right_bottom}
Actor: Action	{Stand, Sit, Rest}
Object	{Computer, Document, Food, Phone, Printer, Screen, Vacuum}
Higher-level	
Context Type	Value
Activity Type	{Entry, Leaving, Calling, Cleaning, Conversation, Eating, Nap, Meeting, Printout, Seminar, Work}

표 1. 컨텍스트의 정의

제일 먼저, 사무실 환경 내에서 발생할 수 있는 11가지 이벤트(Entry, Leaving, Calling, Cleaning, Conversation, Eating, Nap, Meeting, Printout, Seminar, Work)를 정의하였다. 하나의 이벤트를 정의하기 위해서는 피험자와 피험자가 사용하고 있는 물체와의 관계, 환경정보, 이벤트가 발생하고 있는 위치와 같은 컨텍스트 정보가 필요하다. 이를 위해 컨텍스트를 하위레벨에 해당하는 환경, 피험자의 정보와 상위레벨에 해당하는 이벤트로 분류한 후, 각 컨텍스트가 가질 수 있는 값들을 정의하였다. 표 1은 사무실 환경내의 컨텍스트의 종류와 가질 수 있는 값들에 대한 리스트를 보여준다.

다음으로, 사무실 내에서의 일상생활에 대한 실제 영상 데이터 수집을 위해, 사무실 내에 4m×4m 영역을 목적영역으로 설정하고 8대의 소니 네트워크 카메라(SNC-P5)카메라를 설치하였다. 동영상 데이터는 사무실 내의 일상생활에서 발생하는 이벤트들에 대해 위의 컨텍스트 정의에 기반 하여 3명의 피험자에 대한 시나리오를 설계한 후, 320×240의 해상도에 15fps의 MPEG 동영상 포맷 촬영 되었다. 수집된 동영상 데이터는 어노테이션 툴을 사용하여 정의된 컨텍스트의 해당 항목들을 수동으로 어노테이션 한 후, 생성된 메타데이터를 데이터베이스에 저장하여 검색에 사용할 수 있게 하였다. 또 사용자 개인의 정보는 사용자로부터 직접 입력 받도록 하였는데, 시간 선호도, 이벤트 선호도, 흥미 도메인, 피험자 선호도, 피험자와의 관계를 포함하도록 하였다. 시간에 대한 선호도는 이벤트가 발생하는 시간에 대해 오전/오후/저녁으로 구분 하였고, 이벤트 선호도는 사무실 내의 주요 업무와 관련된 이벤트(Work, Meeting 등)의 분류인 Normal과 주요 업무와 상대적으로 관련성이 적은 이벤트(Entry, Leaving, Calling 등)의 분류인 Abnormal로 구분하였다. 흥미 도메인은 업무와 관련된 일, 사람을 상대하는 미팅, 연구실 관리로 구분하였다. 또 사용자 선호도는 시나리오에 정의된 3명의 피험자를 대상으로 하였고, 피험자와의 관

계는 연구원/친구/가족/교수님으로 구분하였다. 이때 사용자로부터 수집된 정보는 설계된 베이지안 네트워크 모델의 증거 값으로 사용되어, 그로부터 사용자의 선호도를 추론하도록 하였다.

베이지안 네트워크는 방향성 비순환 그래프로서, 노드는 해당 도메인의 확률 변수를 의미하며 노드간의 연결은 변수간의 확률적 의존 관계를 나타내는 모델이다[3]. 노드간의 관계는 원인이 되는 노드와, 그 영향을 받는 결과 노드로 구분할 수 있는데, 결과 노드는 자신에 대한 초기 확률 값이나 원인노드와의 의존성을 고려한 조건부 확률 테이블을 가진다. 본 논문에서는 사용자 선호도를 위한 베이지안 네트워크의 구조와 파라미터를 수작업으로 설계하였는데, 그 과정은 다음과 같다. 먼저 추론하려고 하는 변수를 설정하고 그와 관련된 변수들을 정의한다. 제안하는 모델의 경우 사용자가 선호하는 이벤트의 확률 값을 얻는 것이 목적이기 때문에, 앞서 정의된 11개의 이벤트 명을 추론하고자 하는 변수로 정의한다. 이를 추론하기 위해서는 사용자 프로필 데이터를 반영해야 하므로 이벤트 추론에 필요한 사용자의 흥미 분야, 시간별 선호도, 이벤트 중요도, 피험자와의 관계 등을 관련 변수로 정의한다. 다음으로는 각 변수가 가질 수 있는 상태들을 설정해야 하는데, 제안하는 모델의 경우 각 상태 값이 영향을 미치는 이벤트들이 다를 수 있으므로 이들을 각각 하나의 변수로 분리하여 정의하고, 상태 값들은 Yes/No의 두 가지로 설정하였다. 마지막으로 변수들 간의 의존관계를 고려하여 파라미터 값을 정의하였다. 그림 2은 설계된 베이지안 네트워크 모델의 구조와 실제 사용자로부터 얻은 프로필 값을 이용한 추론 과정을 도식화 하여 보여준다.

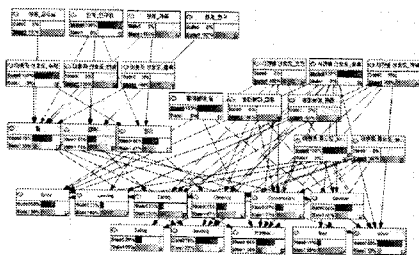


그림 2. 설계된 베이지안 네트워크 모델의 구조 및 추론과정

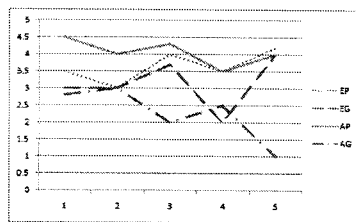


그림 3. 사용자 평가 결과

베이지안 네트워크의 추론 결과 얻어진 확률 값을 검색 시에 반영되는데, 사용자가 피험자나 이벤트에 대해 검색을 시도하게 되면 높은 확률 값을 가지는, 즉 사용자의 선호도에 가장 부합하는 이벤트들에 해당하는 카메라 번호와 프레임 정보를 상위 4개의 이벤트 간 4:3:2:1의 비율로 돌려주게 되고, 이는 어플리케이션 프로그램과 연동되어 검색의 결과를 보여주게 된다.

마지막으로, 사용자 평가는 사용자가 검색 질의로 피험자를 선택하였을 경우(A)와 이벤트를 선택하였을 경우(E)로 나누어, 제안하는 모델을 사용하여 검색 결과를 보여준 경우(P)와 대다수의 검색 시스템이 결과를 보여주는 방식인 사용자가 선택한 피험자나 이벤트만을 보여준 경우(G)와의 비교를 통해 평가하도록 하였다. 그림 3은 사용자 평가의 결과를 보여주는데, 제안하는 모델(AP, EP)이 높은 만족도를 보이는 것을 확인할 수 있다. 특히 검색 질의로 피험자를 선택하였을 경우 제안하는 모델(AP)의 만족도가 더 높은 것을 확인할 수 있다.

향후에는, 사용자 프로필을 반영하여 사용자 선호도 모델을 자동으로 업데이트하고 결과를 검색에 반영하여, 많은 양의 사용자 데이터에 대해서도 효율적인 관리가 가능하도록 시스템을 확장할 예정이다.

#### 감사의 글

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음.

#### 참고문헌

- [1] A. Micarelli, F. Gasparetti, F. Sciarrone and S. Gauch, "Personalized search on the world wide web," *LNCS 4321*, pp. 195-230, 2007.
- [2] S.-J. Lim, J.-K. Min, H.-S. Park and S.-B. Cho, "Bayesian network based event recognition in multi-camera environment," *Proc. of The Korea Computer Congress*, vol. 34, pp. 248-251, 2007.
- [3] M. Marengoni, A. Hanson, S. Zilberstein and E. Riseman, "Decision making and uncertainty management in a 3D reconstruction system," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol.25, pp. 852-858, 2003.