

# IoT 환경에서의 베이지안 네트워크를 이용한 추천시스템

정수연<sup>0</sup>, 김영국<sup>\*</sup>

<sup>0\*</sup>충남대학교 컴퓨터공학과

e-mail: iooi92@naver.com<sup>0</sup>, ykim@cnu.ac.kr<sup>\*</sup>

## Recommendation System using Baysian Network in IoT Environment

Soo-Yeon Jeong<sup>0</sup>, Young-Kuk Kim<sup>\*</sup>

<sup>0\*</sup>Dept. of Computer Science & Engineering, Chungnam National University

### ● 요약 ●

본 논문에서는 IoT(Internet of Things) Device와 스마트폰을 이용하여 사용자의 상황을 인지하고 상황에 적합한 상품을 추천하는 추천시스템을 제안한다. 기존 추천시스템과 다르게 제안하는 IoT 환경에서의 추천시스템은 IoT Device와 스마트폰에서 얻을 수 있는 날씨, 위치, 사용자 정보 등을 파악하여 추천하는 것으로 다양하고 많은 데이터를 제공하므로 정확도를 높일 수 있다. 베이지안 네트워크(BN, Bayesian Network)는 불확실성을 효율적으로 관리하고 정확도와 실시간성을 높일 수 있는 방법으로, 상품의 특징에 따라 종류를 분류하여 추론하고 선호도가 높은 상품의 종류를 추천하는 시스템을 제안한다.

**키워드:** 사물인터넷(IoT, Internet of Things), 추천시스템(Recommendation system), 상황인지(Context Awareness), 베이지안 네트워크(Bayesian Network)

## I. Introduction

IoT(Internet of Things) 기술은 사물인터넷이라고 불리며 인터넷에 연결된 사물이 휴대폰 단말기나 다른 사물과 데이터를 주고받는 것을 말한다. 최근 IoT 기술이 크게 발전하며 다양한 종류의 IoT 기기가 출시되고 있고 이러한 IoT 기기는 많은 만큼 다양한 데이터를 생성한다. IoT 기술이 우리 생활에서 흔히 볼 수 있는 TV나 냉장고와 같은 가전제품뿐만 아니라 손목시계, 자동차 등에 탑재되면서 대량의 데이터를 제공해준다. 사용자의 단말기에서 얻을 수 있는 정보 뿐만 아니라 IoT 기기에 부착되어있는 센서로부터 얻을 수 있는 상황정보나 과거기록 등이 포함된다. 이러한 데이터를 통해 사용자의 상황을 인지하여 사용자가 원하는 서비스를 예측하고 제공할 수 있다.

사용자가 원하는 서비스를 예측하기 위해서는 IoT 환경에서 나오는 데이터를 쉽고 빠르게 처리할 수 있도록 하는 추천시스템(Recommendation System)에 대한 연구가 필요하다. 추천시스템은 사용자가 관심 가지고 있는 것을 예측하여 그 서비스를 제공하는 것으로 사용자의 정보나 다른 사용자의 과거기록을 통해 서비스를 제공하는 것이다. 추천시스템은 주로 협업 필터링을 사용한다. 협업 필터링은 두 가지로, 사용자 기반 협업 필터링은 사용자 간의 상관관계 생성으로 계산량이 많아 IoT 환경에서와 같이 실시간 처리를 필요로 하는 상황과 센서, 단말기로부터 나오는 많은 데이터를 분석해야 하는데 한계가 있다[1]. 아이템 기반 협업 필터링은 아이템 사이의 유사도를 계산하는 방법으로, 대표적으로 베이지안 네트워크(BN,

Bayesian Network)가 있다. 베이지안 네트워크는 불확실한 환경에서도 정확도와 신뢰도 높은 추론이 가능한 방법으로, IoT 기기와 스마트폰에서 얻을 수 있는 입력값을 토대로 추론하여 상품의 특징에 따라 종류를 나눠 선호도 높은 것을 추천하는 시스템을 제안한다.

본 논문에서 제안하는 방법은 비콘(Beacon)을 통해 사용자 스마트폰으로 IoT Device를 인식하여 IoT Device에서 얻은 정보와 기존 사용자 정보를 얻어 상황을 인식하고 사용자에게 상품을 추천하는 시스템으로 속도가 빠르며 실시간으로 분석할 수 있는 베이지안 네트워크(BN, Bayesian Network) 이용한 IoT 환경에서의 상품 추천시스템을 제안한다.

본 논문의 구성으로 2장은 추천시스템에 대한 관련연구를 설명하고 3장으로는 시스템 구조와 제안하는 알고리즘에 대해 설명하고 끝으로 4장에서는 결론 및 향후 연구과제에 대해 기술한다.

## II. Related Work

추천시스템에서 베이지안 네트워크는 각 변수들 간의 의존관계를 확률적으로 모델링하는 것으로 불확실한 환경에서도 신뢰도가 높은 결과를 추론하는 방법으로 사용자 기반 협업 필터링인 상관계수와 벡터유사도보다 속도가 빠르다. 또한 IoT 환경과 스마트폰에서 얻을 수 있는 사용자정보, 사용자의 상황, 시간, 날씨, 위치 등의 관계를 모델링하는 것으로 볼 수 있다[1]. 김희택 등은 모바일 환경에서의

사용자 적응형 음식점 추천 서비스로 사용자 요청 정보를 이용해 사용자의 선호도를 학습하기 위해 베이지안 네트워크 학습방법을 제안하였다[2]. 하지만 사용자가 추천을 요청할 때마다 분위기, 가격, 거리, 음식점 종류를 직접 입력하기 때문에 불편함이 있다.

추천시스템에서 정확도는 획득된 정보의 양과 질에 따라서 추론 결과의 정확도가 달라질 수 있다[3]. 그렇기 때문에 IoT 기술은 센서나 사용자의 단말기에서 많은 정보를 얻을 수 있기 때문에 정확도를 높일 수 있고 수집된 데이터에서의 추천시스템 연구가 이슈되고 있다. 김종희 등은 연관규칙 마이닝 기법 중 하나인 FP-Tree 알고리즘을 사용하여 온라인 쇼핑몰에서 고객들에게 상품을 추천하는 시스템을 제안하였다[4]. 문정훈 등은 디리슬레다항분포를 이용하는 추천 알고리즘을 적용하여 맞춤형정보를 제공하는 농식품 추천시스템을 제안하였다[5]. 이러한 추천시스템은 온라인 쇼핑몰에서 고객이 살펴본 상품과 구매한 이력을 통해 추천한다. 본 연구에서는 단순히 상품의 정보와 사용자의 과거기록을 통해 추천하는 것이 아니라 센서를 활용하여 많은 정보를 얻어 사용자의 상황인지를 통해 추천하는 것으로 정확도를 높일 수 있다.

### III. The Proposed Scheme

#### 1. 시스템의 구조

IoT Device 내부에 있는 비콘이 신호를 보내 사용자의 스마트폰에 IoT Device의 고유번호를 보내게 된다. 그 후 서버를 중심으로 스마트폰과 IoT Device의 통신을 중계하는 역할을 하며, Recommendation module을 통해 추천과정을 거쳐 스마트폰에 결과를 전송해준다. 서버에 존재하는 정보로는 해당 IoT Device의 정보(상품의 존재 유무)와 날씨, 계절, 시간, 사용자 정보, 자동판매기의 위치를 통해 상품을 추천하는 것으로, 사용자 정보의 경우에는 스마트폰 어플리케이션을 통하여 처음 사용 시에 성별, 나이, 선호하는 상품 종류를 선택해 정보를 수집하여 서버에 저장해둔다.

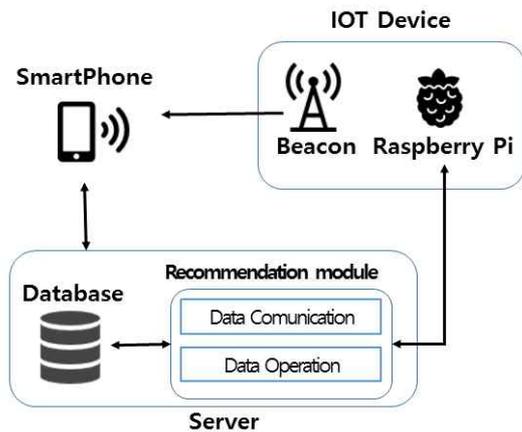


Fig. 1. 제안하는 시스템 구성도

Fig. 1은 본 연구를 위해 구현한 시스템 구성도를 보여준다.

#### 2. 베이지안 네트워크 기반 추천

본 연구에서 입력값을 베이지안 네트워크를 사용하여 추론하고 임의로 정해놓은 가중치로 계산하여 상품을 종류별로 나누어 각 종류별 선호도 가중치를 통해 사용자에게 적합한 상품의 종류를 추천한다.

본 논문에서 말하는 IoT 기기로는 음료수 자동판매기를 예로 들 수 있다. 음료수를 특징에 따라 종류를 나누면 탄산음료, 이온음료, 과일 및 차, 어린이 음료, 커피로 나눌 수 있다. 이것을 추천하기 위해 베이지안 네트워크에 Table 1.과 같은 전처리과정을 거친 입력값 사용해야 한다.

나이는 10대, 20대, 30대, 40대 이상으로 구분하고 성별은 남자와 여자로 구분한다. 날씨는 맑음, 흐림, 눈, 비로 구분하고 계절은 봄, 여름, 가을, 겨울로 구분하며 시간은 0-6시, 6-12시, 12-18시, 18-24시로 나누어 구분하였다.

Table 1. 전처리과정을 거친 정보

| Info    | State                       |
|---------|-----------------------------|
| Age     | 20대, 20대, 30대, 40대 이상       |
| Gender  | 남자, 여자                      |
| weather | 맑음, 흐림, 눈, 비                |
| season  | 봄, 여름, 가을, 겨울               |
| Time    | 0-6시, 6-12시, 12-18시, 18-24시 |

선호도가중치를 계산하기 위해 전처리과정을 거친 값을 토대로 베이지안 네트워크를 사용하여 결과로 확률값을 생성한다.

$$P(V_1, V_2, \dots, V_n) = \prod_{i=1}^n P(V_i | (\pi_i))$$

식(1)

확률값과 가중치에 따른 결과로 상품의 종류별로 선호도 가중치를 매겨 가장 높은 것을 사용자에게 추천하는 것으로, 연산에 사용하는 가중치로는 선호하는 상품 종류, 나이, 계절, 날씨, 시간, 성별의 순서로 설정하였다.

### IV. Conclusions

본 논문에서는 IoT 환경에서의 추천시스템으로 기존 환경에서보다 데이터를 다양하게 얻을 수 있어 정확도를 높일 수 있고 상황인지가 가능하며 연산 처리속도를 높일 수 있는 베이지안 네트워크를 이용한 추천시스템을 제안하였다. 실험하고자하는 데이터로는 사용자의 단말기로부터 얻을 수 있는 나이와 성별이 있고 센서를 통해 날씨와 계절과 시간을 얻어와 실험을 진행할 예정이다. 향후에는 사용자의 상황을 더 정확하게 알 수 있도록 얻을 수 있는 데이터를 추가하여 진행 할 것이고 위치의 경우 GPS(Global Positioning System)를 통해 값을 얻어와 어떻게 분류하고 인지할 것인지에 대해 연구가

필요하다. 또한 실시간으로 상황인지 뿐만 아니라 사용자의 구매패턴을 분석하여 정확도와 신뢰도를 높일 수 있기를 기대한다.

## References

- [1] Moon Hee Park, Sung-Bae Cho, "A BN-based Recommendation System Reflecting User's Preference in Mobile Devices" Proc. of the Korea Computer Congress. Vol. 34. No. 1, 2007
- [2] Kim, H. T., and S. B. Cho. "User adaptive restaurant recommendation service in mobile environment based on Bayesian network learning." KHCI 2009 (2009): 6-10.
- [3] Young-Hee Joh, "A Framework for IoT-Based Convergence Personalized Menu Recommendation System", Journal of the Korea Convergence Society 5.4 , p,147-153, 2014
- [4] Jong-Hee Kim, Young-Ae Jung, "Recommendation System in the Environment of Big Data" ICT Platform Society Annual Summer Conference Vol. 1. No. 1, p.58-60,2013
- [5] Junghoon Moon, Ikhoon Jang, Young Chan Choe, Jin Gyo Kim, Gene Bock, "Case Study of Big Data-Based Agri-food Recommendation System According to Types of Customers" The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences 40.5, 903-913, 2015
- [6] Daqiang Zhang, Qin Zou, Haoyi Xiong, "CRUC: Cold-start Recommendations Using Collaborative Filtering in Internet of Things", Emerging Topics in Computing, IEEE Transactions p.239-250, 2014
- [7] Nam Yun Jin, Shin Dong Il, Shin Dong Kyoo, "Sensor Data Classification Using Naive Bayesian Classifier", Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences, p.90-91, 2015
- [8] Kyon-Mo Yang, Sung-Bae Cho, "Modular Bayesian Networks for Context-Awareness in Smart TV", Journal of KISS : Software and Applications, 40(2), 108-121, 2013
- [9] Breese, John S., David Heckerman, and Carl Kadie, "Empirical analysis of predictive algorithms for collaborative filtering.", Proceedings of the Fourteenth conference on Uncertainty in artificial intelligence. Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1998
- [10] Cooper, Gregory F., and Edward Herskovits, "A Bayesian method for the induction of probabilistic networks from data.", Machine learning 9.4 p.309-347, 1992