

부호를 인식하는 그래프 신경망을 사용한 강화된 추천

Enhanced Recommendation Using Sign-Aware Graph Neural Networks

Changwon Seo, Kyeong-Joong Jeong, Won-Yong Shin
Yonsei University

changwoni@yonsei.ac.kr, jeongkj@yonsei.ac.kr, wy.shin@yonsei.ac.kr

요약

최근 네트워크 임베딩 (network embedding)을 사용한 추천 시스템에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 하지만 사용자의 선호도를 보다 정교하게 사용한 설계는 간과되어 왔다. 본 논문에서는 주어진 사용자-아이템 평점 정보를 바탕으로 사용자의 선호도를 반영하기 위해 부호를 지닌 (signed) 이분 그래프를 생성하고 이를 양의 그래프, 음의 그래프로 나누어 각각 그래프 신경 회로망 (GNN; graph neural network) 모델을 적용한다. 어텐션 (attention) 모델을 사용하여 최종 임베딩 벡터를 얻고, 부호를 사용한 손실 함수를 통해 이분 그래프 기반 네트워크 임베딩을 수행하는 새로운 협업 필터링 기반 추천 시스템을 설계한다. 이를 통해 제안한 방법이 top-N 정확도를 개선할 수 있음을 검증한다.

I. 서론

본 논문에서는 사용자의 선호도를 반영하기 위해 부호를 지닌 이분 그래프를 생성함으로써 보다 정교하게 사용자의 선호도를 반영한 그래프 신경 회로망 기반 네트워크 임베딩 방법을 제안한다.

II. 제안 방법

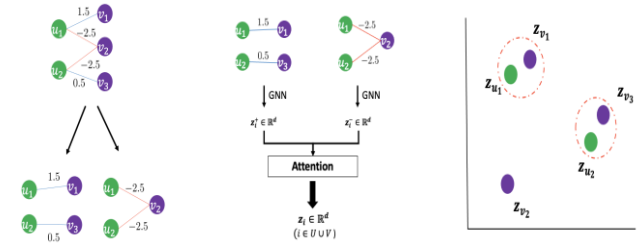
이분 그래프 $G = (U, V, W)$ 에서 U 를 사용자의 집합, V 를 아이템의 집합, 가중치 $w_{ij} \in W$ 를 사용자 u_i 가 아이템 v_j 에 남긴 평점이라고 하자. 사용자의 선호도를 모델에 반영하기 위해 기존 평점 값에 상수 편차 w_o 를 두고 (즉, $w_{ij}^o = w_{ij} - w_o$) 부호를 지닌 이분 그래프 $G^o = (U, V, W^o)$ 를 형성한다. 양 (선호 아이템), 음 (비선호 아이템)의 가중치 정보를 각각 얻어내기 위해 그림 1(a)와 같이 양의 가중치만으로 이루어진 그래프, 음의 가중치만으로 이루어진 그래프로 분리한다. 그림 1(b)와 같이 각 그래프의 임베딩 벡터를 얻기 위해 그래프 신경 회로망 (GNN; graph neural network) 모델을 적용하고, 어텐션 (attention) 모델을 사용하여 최종 임베딩 벡터 $z_i \in \mathbb{R}^d$ 를 얻는다. 각 그래프의 임베딩 벡터를 얻기 위해 lightGCN [1] 모델을 사용하고, negative sampling을 활용한 손실 함수를 다음과 같이 새롭게 제안한다.

$$L = - \sum_{w_{ij}^o \in W^o} \sum_{n=1}^K \mathbb{E}_{v_n \sim P_n(v)} [\log \sigma(\text{sign}(w_{ij}^o) z_i^T z_j - z_i^T z_n)]$$

위 손실 함수를 이용하여 그림 1(c)와 같이 임베딩 공간에서 선호 아이템이 사용자 노드에 가깝게 위치할 수 있도록 하여, 사용자 노드와 아이템 노드의 내적 값이 큰 순서대로 top-N 추천 리스트를 선정한다.

III. 실험 결과 및 토의

데이터셋으로 MovieLens 100K를 사용하고, 정확도 측정을 위해 precision, recall, NDCG를 사용한다. 사용자 선호도를 잘 반영하는지 확인하기 위해 ground-truth set은 평점 5점을 받은 아이템만으로 구성한다. 표 1에서 확인할 수 있듯이 제안한 방법은 기존 네트워크 임베딩을 사용한 state-of-the-art 추천 시스템 방법인 lightGCN [1]과 NGCF [2] 대비 높은 top-N 정확도 성능을 보임을 검증하였다.



(a) 그래프 분리 (b) 임베딩 벡터 획득 (c) 노드 임베딩
그림 1. signed 이분 그래프 기반 네트워크 임베딩

Algorithm	precision@10	recall@10	NDCG@10
lightGCN [1]	0.166	0.3154	0.2975
NGCF [2]	0.1546	0.296	0.2766
Proposed	0.1723	0.321	0.3083

표 1. MovieLens 100K 데이터셋을 이용한 실험 결과

ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. 2021R1A2C3004345), by the Republic of Korea's MSIT (Ministry of Science and ICT), under the High-Potential Individuals Global Training Program (No. 2020-0-01463) supervised by the IITP (Institute of Information and Communications Technology Planning Evaluation), and by the Yonsei University, Republic of Korea Research Fund of 2021 (2021-22-0083)

참고 문헌

- [1] X. He, K. Deng, X. Wang, Y. Li, Y. Zhang, and M. Wang, "Light-GCN: Simplifying and powering graph convolution network for recommendation," in *Proc. 43rd International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval (SIGIR)*, Virtual Event, China, Jul. 2020, pp. 639-648.
- [2] X. Wang, X. He, M. Wang, F. Feng, and T.-S. Chua, "Neural graph collaborative filtering," in *Proc. 42nd International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval (SIGIR)*, Paris, France, Jul. 2019, pp. 165-174.