

# Planar Graph Classification : Graph Neural Network for Graphs

허건혁<sup>1</sup>, 김병천<sup>2</sup>, 김린기<sup>2</sup>, 현윤석<sup>2</sup>

1) 인하대학교 수학과, 인천 22212

교신 저자: 현윤석, yshyun21@inha.ac.kr

## 요약

그래프 구조의 데이터는 소셜 네트워크의 친구 추천, 단백질 구조의 효소 판별, 3D 포인트 클라우드의 사물 인식 등 다양한 분야에서 GCN[1], GraphSAGE[2], DGCNN[3] 등 GNN(Graph Neural Network) 기반의 모델들로부터 큰 성과를 이뤄왔다. 우리는 이러한 모델들이 그래프의 본질적인 특성을 얼마나 잘 이해하는지 의문을 가지고, 그래프 이론에서 관심 있는 주제인 이분그래프 여부 판별, 그래프가 포함하는 삼각형 개수 예측, 평면그래프 여부 판별 문제에 대하여 실험을 통해 성능을 평가하고자 했다.

우리는 본 실험의 데이터를 직접 구축하였다. 이분그래프 여부 판별과 삼각형 개수 예측을 위한 데이터는 랜덤한 연결 그래프를 생성하였고 평면그래프의 여부 판별을 위한 데이터는 노드의 개수가 100만인 평면그래프에 대하여 부분그래프를 샘플링한 이후에 Kuratowski theorem[4]에 근거하여  $K_5$ ,  $K_{3,3}$ 의 부분분할 그래프를 부분그래프로 포함하는지 여부에 따라 평면그래프와 평면그래프가 아닌 그래프로 나누어 데이터를 구축해 실험을 진행했다.

실험 결과 이분그래프를 판별하는 경우 99%의 정확도로 판별할 수 있었으며 예측한 삼각형의 개수와 실제 삼각형의 개수 사이에 약 0.99로 높은 선형관계를 보여 GNN 모델들이 그래프 구조의 특성을 잘 이해할 수 있다고 생각해 보다 더 복잡한 특성을 이해할 수 있는지 확장해 나갔다. 이번 실험에서 그래프의 노드와 간선의 정보만으로 GNN 기반의 모델을 통하여 평면그래프를 높은 확률로 판별하는 것을 확인할 수 있었다.

특히 GNN 기반의 모델은 기존에 알려진 평면그래프를 판정하는 알고리즘 The Left-Right Planarity Test[5]보다 약 798배 더 빠르게 판별할 수 있었으며 학습하기 위해 구축한 데이터의 그래프들 보다 노드의 수가 더 많은 평면그래프를 판정할 때도 95%의 정확도로 학습하지 않은 새로운 분포의 데이터들에 대하여 좋은 일반화 성능을 보여주었다.

## 참고문헌

1. KIPF, Thomas N.; WELING, Max. Semi-supervised classification with graph convolutional networks. arXiv preprint arXiv:1609.02907, 2016.
2. HAMILTON, Will; YING, Zhitaoy; LESKOVEC, Jure. Inductive representation learning on large graphs. Advances in neural information processing systems, 2017, 30.
3. WANG, Yue, et al. Dynamic graph cnn for learning on point clouds. ACM Transactions on Graphics (tog), 2019, 38.5: 1-12.
4. XU, YIFAN. KURATOWSKI'S THEOREM. 2017.

5. BRANDES, Ulrik. The left-right planarity test. Manuscript submitted for publication, 2009, 3.