



Deep learning based Feature Selection Study

Sanghyuck Lee

2021. 08 17.

Outline

- Knockoffs Pruning for Segmentation Model
- 중견 연구 과제
- 갑상선 연구 과제
- 산학 협력 과제

Papers for Instance-Wise Feature Selection

Yoon, Jinsung, James Jordon, and Mihaela van der Schaar. "INVASE: Instance-wise variable selection using neural networks." *International Conference on Learning Representations*. 2018.

=> ICLR

Tonekaboni, Sana, et al. "What went wrong and when? Instance-wise feature importance for time-series black-box models." *Advances in Neural Information Processing Systems* 33 (2020).

=> NeurIPS

Panda, Pranoy, Sai Srinivas Kancheti, and Vineeth N. Balasubramanian. "Instance-wise Causal Feature Selection for Model Interpretation." *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 2021.

=> CVPR

Liyanage, Yasitha Warahena, and Daphney-Stavroula Zois. "Optimum Feature Ordering for Dynamic Instance-Wise Joint Feature Selection and Classification." *ICASSP 2021-2021 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*. IEEE, 2021.

=> ICASSP

Papers for Instance-Wise Feature Selection

Xiao, Qi, and Zhengdao Wang. "Mixture of deep neural networks for instancewise feature selection." *2019 57th Annual Allerton Conference on Communication, Control, and Computing (Allerton)*. IEEE, 2019.

=> X

Yoon, Jinsung. *End-to-End Machine Learning Frameworks for Medicine: Data Imputation, Model Interpretation and Synthetic Data Generation*. University of California, Los Angeles, 2020.

=> X (Thesis)

Zhong, Jia-Xing, and Hongbo Zhang. "Uncertainty-aware INVASE: Enhanced Breast Cancer Diagnosis Feature Selection." *arXiv preprint arXiv:2105.02693* (2021).

=> X

Liyanage, Yasitha Warahena, Daphney-Stavroula Zois, and Charalampos Chelmis. "Dynamic Instance-Wise Joint Feature Selection and Classification." *IEEE Transactions on Artificial Intelligence* (2021).

=> X

Paper Review

Paper Title: **Instance-wise Causal Feature Selection for Model Interpretation**

Authors: Panda, Pranoy, Sai Srinivas Kancheti, and Vineeth N. Balasubramanian.

Conference: CVPR 2021

Abstract

We formulate a **causal extension** to the **recently** introduced **paradigm of instance-wise feature selection** to **explain black-box** visual classifiers. Our method selects a subset of input features that has the **greatest causal effect** on the model's output. We quantify the causal influence of a subset of features by the Relative Entropy Distance measure. Under certain assumptions this is equivalent to the conditional mutual information between the selected subset and the output variable. The resulting causal selections are sparser and cover salient objects in the scene. We show the efficacy of our approach on multiple vision datasets by **measuring the post-hoc accuracy and Average Causal Effect** of selected features on the model's output.

Introduction of the Paper

Vision Black box model and Interpretability

=> Instance-wise Feature Selection -> Select superpixels or patches

Existing Works: L2X and INVASE

-> have optimization functions which try to maximize mutual information, but mutual information does not always capture causal strength.

"For an explanation to be correct, the selected features should be causally consistent with the model being explained."

"We hypothesize that the **most sparse and class discriminative features** are indeed the most causal features, and they form **good visual explanations**."

Experiments of the Paper

- Use MNIST and CIFAR
- Each Comparison Methods Select patches of images

- Post-hoc accuracy:

$$\frac{1}{|X_{val}|} \sum_{x \in X_{val}} (\operatorname{argmax}(P(y|x)) == \operatorname{argmax}(P(y|x_s)))$$

- Average Causal Effect (ACE):

Average of Individual Causal Effect (ICE)

$$ICE = P(y|x_s) - P(y|x_{random})$$

중견 연구 제안서 작성

- 국내 의료 AI 관련 정책 과제 조사

- 보건복지부가 주관하여 2025년까지 향후 5년간 총 945억원 사용해, 의료데이터셋과 의료 인공지능 기술 개발을 진행함. => 총 3가지 사업으로 요약됨.

1) 중환자 특화 빅데이터 (Korean Medical Information Mart for Intensive Care, K-MIMIC) 구축 및 AI 기반 임상 의사결정 지원 시스템 (Clinical Decision Support System, CDSS) 개발

- 데이터 정제를 통해 데이터 사용자 수요에 따라 제공 가능한 데이터셋 구성
- 확보된 중환자 데이터를 공유 분석하는 플랫폼 구축
- 중환자 CDSS를 위한 설명 가능한 AI 알고리즘 개발: 임상적 인과관계에 근거하여 중증도 평가, 재입원 가능성 등을 설명할 수 있는 AI 알고리즘 개발
- 임상 활용 검증 및 실증 연구

중견 연구 제안서 작성

2) 디지털 병리 기반의 암 전문 AI 분석 솔루션 개발

: 병리 진단이 필수적인 암에 대하여, AI 병리 분석 솔루션 개발

=> 병리 판독 업무 효율화, 환자 진단 및 치료 효과성 제고

- 병리 데이터, 주석 처리를 비롯한 표준화 처리, 의료 기관 간의 이미지 색상 차이, 스캐너 제조사에 따른 차이 등을 위한 표준화 기술 개발

- 설명 가능한 AI 알고리즘 기반 SW 개발, 임상 검증 및 활용 평가

3) 합성 의료 데이터 생성 및 임상 활용 실증 연구

: 민감 정보인 의료 데이터 정보 보호 및 활용성 제고를 위해, 공개 목적의 합성 의료 데이터 생성 및 임상적 유효성 및 활용성 검증 연구 지원

- 시나리오 기반 고품질 데이터셋 구축: 합성 데이터 생성 모델 개발

- 합성 데이터의 임상적 유효성 및 활용성 실증 연구

중견 연구 제안서 작성

요약 및 의견:

현재 국가적 차원에서 관심 있어 하는 내용은,

- 실생활에서 사용 가능, 설명 가능한 의료 AI 개발 => 진단 효율성 증대 및 의료 서비스 격차를 줄임.

가 하나의 최종 목표로 보이고, 이를 위한 기반 사업으로,

- 데이터셋 표준화 기술 및 공유 플랫폼, 합성 의료 데이터 생성 기술 개발 등을 진행하고자 함을 알 수 있었고,

이와 같은, 국가적 차원의 큰 그림에서, 당장 표준화된 데이터셋을 확보하기는 어려울 수 있으나, 전처리 과정과 표준화 방식, 학습 모델 제안 등을 포함한 우리만의 프레임워크가, 실생활에서 어느 정도 사용 가능한 세그멘테이션 성능을 보여줌으로써, 추후 표준화 기술에 대한 방향성 제시나, 국가 표준 세그멘테이션 모형의 초석을 다지는 데에 이바지함이 우리의 역할로 있을 수 있음.

중견 연구 제안서 작성

- 가제:

한글: 의료 분야내 주요 관심 구조물 세그멘테이션을 위한 사전훈련 최신 딥러닝 모델 개발

영문: Development of Pre-trained Deep Learning Model for Segmentation of Structures of Major Interest in the Medical Field

- 연구 목표:

본 과제에서는 몇몇 주요한 해부학적 구조에 대해서 세계 최고 수준의 성능을 갖는 사전학습된 세그멘테이션 모델을 배포함으로써, 다양한 의료분야 응용에 성공적으로 기여하는 것을 최종 목표로 하며, 이를 위해 다음과 같은 연차별 연구 목표를 설정하여 추진한다.

중견 연구 제안서 작성

1. 연구의 목표 (2페이지)

- 최종 연구 목표
- 연차별 목표 및 개요도
- 연차별 연구 개발 내용, 창의성 및 도전성, 추진 전략, 주요 결과물

2. 연구의 필요성 (2페이지)

- 4~5개로 나누어 총 2페이지

3. 연구자의 연구 수행역량 (1페이지)

- 연구실 스펙 및 노하우 등 자랑거리

중견 연구 제안서 작성

4. 연구의 추진 전략 및 방법 (연차별 1.5페이지)

- 연차별 상세 내용 및 주요 기술 설명 (그림 포함하여, 연차당 3가지 정도)

5. 연구결과의 중요성 (0.5페이지)

- 학문적/기술적 파급 효과
- 경제적/사회적 파급 효과

6. 연구기간 및 연구비 적정성 (0.5페이지)

- 추진일정 등
- 연구비 적정성

중견 연구 제안서 작성

데이터셋 이름	촬영 범위	타겟	샘플수	의견	포함 근거
CAU Orbit	머리, 안와 부근	안와내 구조물	1237	포함	연구된 데이터셋, 갑상선암 관련 있을지? => 조사 더 필요할듯
SNU CMC Gallbladder	담낭	담낭 용종	537	포함	연구된 데이터셋, 국책사업에 언급된 한국인 호발암 9위
HNSCC	머리와 목	두경부암	627 (추가 논의)	미포함	
Prostate MRI US Biopsy	전립선 부근	전립선	1151 (추가 논의)	포함	국책사업에 언급된 한국인 호발암 7위
CBIS-DDSM	유방	유방암(예바)	1566 (추가 논의)	미포함	
TCGA-KIRC	신장 부근	신장	267+ (추가 계획)	미포함	
TCGA-GBM	머리, 뇌	뇌종양	262+ (추가 계획)	미포함	
LIDC-IDRI	흉부, 폐	폐 결절	1010 (추가 논의)	포함	국책사업에 언급된 한국인 호발암 3위
ACRIN 6664	결장 부근	결장 암	825 (추가 논의)	포함	국책사업에 언급된 한국인 호발암 2위 (대장암)
ISIC-2017	피부	피부 병변	2600 (추가 논의)	미포함	

중견 연구 제안서 작성

연차	데이터셋 이름	촬영 방식	차원	촬영 범위	타겟	샘플수	포함 근거
1	CAU Orbit	CT	3D	머리, 안와 부근	안와내 구조물	1237	연구된 데이터셋 갑상선암 관련 있을지? => 조사 더 필요할듯
2	SNU CMC Gallbladder	US	3D	담낭	담낭 용종	537	연구된 데이터셋, 국책사업에 언급된 한국인 호발암 9위
3	LIDC IDRI	CT	3D	흉부, 폐	폐 결절	1010	국책사업에 언급된 한국인 호발암 3위
4	ACRIN 6664	CT	3D	결장 부근	결장 암	825	책사업에 언급된 한국인 호발암 2위 (대장암)
5	Prostate MRI US Biopsy	MR	3D	전립선 부근	전립선	1151	국책사업에 언급된 한국인 호발암 7위

순서 변경 이슈: 외부적을 더 중요해 보이는 부위 (EX, 폐, 결장)을 1, 2년차로 놓을 수도 있을 것 같음.

이어서, 각 부위 조사 후 제안서 작성 시작할 수 있을 듯.

갑상선 연구

- 새로운 AX 1, 2, 4, 5 세그멘테이션 작업
 - > 9,370 / 11,480 장 완료

산학 협력 프로젝트

- 특허 출원: 금일 "발명 내용 검토 결과 자료 " 전달 받을 예정

Reference

- [1] Yoon, Jinsung, James Jordon, and Mihaela van der Schaar. "INVASE: Instance-wise variable selection using neural networks." International Conference on Learning Representations. 2018.
- [2] Tonekaboni, Sana, et al. "What went wrong and when? Instance-wise feature importance for time-series black-box models." Advances in Neural Information Processing Systems 33 (2020).
- [3] Panda, Pranoy, Sai Srinivas Kancheti, and Vineeth N. Balasubramanian. "Instance-wise Causal Feature Selection for Model Interpretation." Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2021.
- [4] Liyanage, Yasitha Warahena, and Daphney-Stavroula Zois. "Optimum Feature Ordering for Dynamic Instance-Wise Joint Feature Selection and Classification." ICASSP 2021-2021 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). IEEE, 2021.
- [5] Xiao, Qi, and Zhengdao Wang. "Mixture of deep neural networks for instancewise feature selection." 2019 57th Annual Allerton Conference on Communication, Control, and Computing (Allerton). IEEE, 2019.
- [6] Yoon, Jinsung. End-to-End Machine Learning Frameworks for Medicine: Data Imputation, Model Interpretation and Synthetic Data Generation. University of California, Los Angeles, 2020.
- [7] Zhong, Jia-Xing, and Hongbo Zhang. "Uncertainty-aware INVASE: Enhanced Breast Cancer Diagnosis Feature Selection." arXiv preprint arXiv:2105.02693 (2021).
- [8] Liyanage, Yasitha Warahena, Daphney-Stavroula Zois, and Charalampos Chelmiss. "Dynamic Instance-Wise Joint Feature Selection and Classification." IEEE Transactions on Artificial Intelligence (2021).