

从条件因果关系的角度看 知识蒸馏在小样本目标检测中的应用

Disentangle and Reemerge: Interventional Knowledge Distillation for Few-Shot Object Detection from A Conditional Causal Perspective

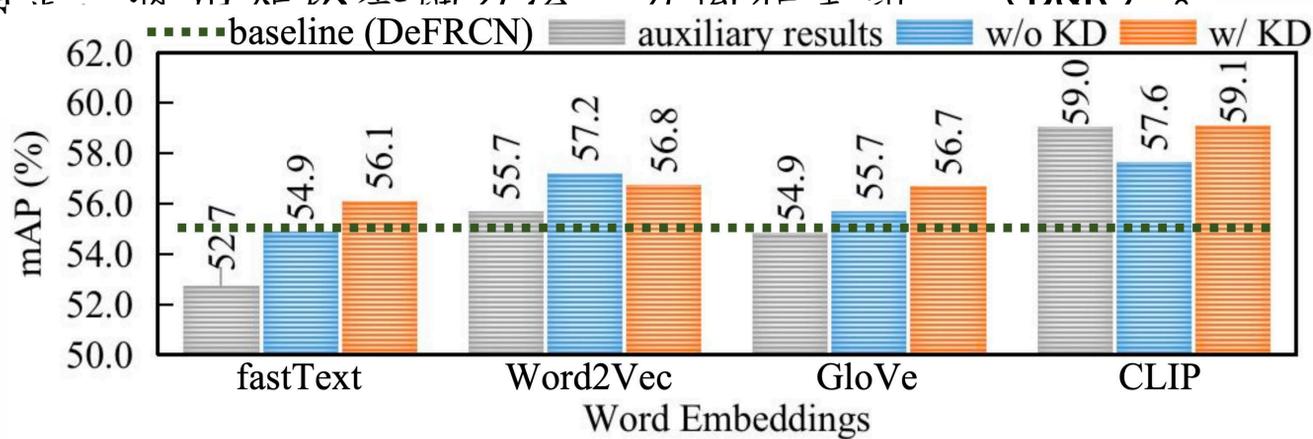
李江梦, 张雅楠, 强文文, 司凌宇,
焦程波, 胡晓惠, 郑昌文, 孙富春

联系人: 张雅楠 联系方式: 15611525689 yanan2018@iscas.ac.cn

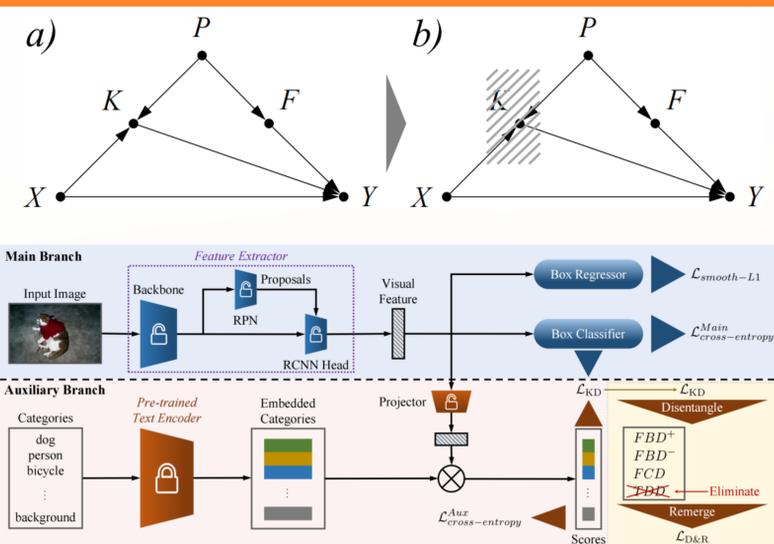
发表于 AAI2023

动机

小样本目标检测方法存在一个固有的缺陷, 即有限的训练数据使得模型不能充分地探索语义信息。为了解决这个问题, 将知识蒸馏引入到小样本目标检测学习范式中。实验证明, 在知识蒸馏的过程中, 教师模型的经验误差会使学生模型的检测性能下降。据此, 从因果理论的角度重新审视了小样本目标检测任务的知识蒸馏学习范式, 并建立了一个结构因果模型。在理论指导下, 基于后门调整 提出知识蒸馏方法“分离和重组”(D&R)。



方法



X和Y之间的因果效应需要以K为条件进行量化, 此时量化的结果可能由于P出现偏差。因此, 提出使用后门调整来消除混杂因子的干扰:

$$P(Y(X)|do(X)) = \sum_{j=1}^{N^F} P(Y(X)|X, \hat{F}_j)P(\hat{F}_j)$$

模型基于基准方法的主分支引入了一个辅助分支。通过“分离”经典知识蒸馏损失函数并“重组”非混杂项得到损失函数:

$$\begin{aligned} \mathcal{L}_{D\&R} &= \alpha \text{KL}(\mathcal{P}_{FBD^+}^T \| \mathcal{P}_{FBD^+}^S) + \beta \text{KL}(\mathcal{P}_{FBD^-}^T \| \mathcal{P}_{FBD^-}^S) + \text{KL}(\mathcal{P}_{FCD}^T \| \mathcal{P}_{FCD}^S) \\ &= \sum_{i=1}^{N^C} \left(\alpha [p_i^T]^{\hat{F}_1} \log \frac{[p_i^T]^{\hat{F}_1}}{[p_i^S]^{\hat{F}_1}} + \beta [p_i^T]^{\hat{F}_2} \log \frac{[p_i^T]^{\hat{F}_2}}{[p_i^S]^{\hat{F}_2}} + [p_i^T]^{\bar{K}} \log \frac{[p_i^T]^{\bar{K}}}{[p_i^S]^{\bar{K}}} \right), \end{aligned}$$

实验

Methods	Shot Number					
	1	2	3	5	10	30
Results of single run, following TFA (Wang et al. 2020)						
FSRW (Kang et al. 2019)	-	-	-	-	5.6	9.1
TFA (Wang et al. 2020)	3.4	4.6	6.6	8.3	10.0	13.7
MPSR (Wu et al. 2020)	2.3	3.5	5.2	6.7	9.8	14.1
FSCE (Sun et al. 2021)	-	-	-	-	11.9	16.4
SRR-FSD [‡] (Zhu et al. 2021)	-	-	-	-	11.3	14.7
FCT (Han et al. 2022b)	5.6	7.9	11.1	14.0	17.1	21.4
DeFRCN (Qiao et al. 2021)	6.5	11.8	13.4	15.3	18.6	22.5
D&R (Ours) [‡]	8.3	12.7	14.3	16.4	18.7	21.8
Average results of 10 runs, following TFA (Wang et al. 2020)						
FRCN+ft-full	1.7	3.1	3.7	4.6	5.5	7.4
TFA	1.9	3.9	5.1	7.0	9.1	12.1
DeFRCN	4.8	8.5	10.7	13.5	16.7	21.0
D&R (Ours) [‡]	6.1	9.5	11.5	13.9	16.4	20.0

Components	Shot Number					
	1	2	3	5	10	30
KD	6.77	10.94	12.96	15.22	18.02	21.63
TDD	7.69	11.96	13.73	15.82	18.59	21.84
FBD ⁺	7.71	11.89	13.62	15.53	18.11	21.41
FBD ⁻	8.10	12.33	14.04	16.20	18.70	21.76
FCD	8.05	12.40	14.26	16.34	18.70	21.67
D&R	7.91	12.22	13.94	16.07	18.59	21.72
	8.25	12.67	14.10	16.50	18.55	21.81
	8.29	12.71	14.27	16.43	18.65	21.82

模型在性能上超越了所有其它模型。通过消融实验, 所提出方法的合理性被证明。