



联合多层注意力矩阵分解

李建红^{1*} 黄雅凡³ 丁云霞¹ 郑文军¹ 李建华² 钱付兰³ 王成军¹

¹安徽理工大学,人工智能学院,中国,淮南232001

²上海谐桐信息技术有限公司,中国,合肥230601

³安徽大学,中国,合肥230601



摘要

许多推荐算法如基于矩阵分解无法充分挖掘用户对项目的偏好信息而无法取得令人满意的推荐效果。为了解决上述问题,我们设计了两个模块:首先,利用多层次感知机技术学习输入的信息获得较好的特征表示并在原始输入时通过点积运算得到关系信息,我们将其命名为DeepMF;其次,我们加入多层次感知机中加入多层次注意力网络,这样能够得到用户对项目的偏好信息,另外点积运算应用在输出前是为了获得特征表达的关系信息,这部分模块名为DeepAMF。本文中,我们结合两个模块的优势并提出联合多层次注意力矩阵分解算法(MAMF)。在四个公开数据集的实验证明了我们提出的MAMF算法有效性。

目标

- (1) 对输入信息通过多层次感知机学习和原始输入点积操作获得用户对项目的偏好信息;
(2) 此外,在多层次感知机中加入多层次注意力网络和输出进行点积操作是因为能够利用用户对不同项目的分配权重,从而能够获得不同用户对不同项目的偏好信息。

MAMF算法

◆ DeepMF

- I. 直接采用点积的做法将其信息融合,其原因是能够获得原始数据的用户与项目的交互关系信息,这样就能得到用户对项目的偏好信息;
II. 利用MLP[1]学习用户与项目特征表示后,再进行乘积操作来得到,其目的是通过对用户和项目多层次感知机学到的特征表示的向量进行相乘,从而得到较好的用户对不同项目的偏好信息

◆ DeepAMF

- 输入信息传入MLP层,之后再传入Attention[2]层,即MLP-Attention两层不断地迭层传递,其目的是为了获得相应输入信息的权重,从而得到较好的偏好信息;此外,与DeepMF一样,对其进行点积操作和乘积运算

MAMF

将DeepMF和DeepAMF的输出在融合层进行融合,这样就能得到用户对不同项目的偏好信息并输出预测结果,从而达到较好的推荐精度:
 $\square = (\square_{\text{att}} \oplus \square_{\text{mf}}) \odot (\square \oplus \square)$
 $\square \odot \square = 1 \odot \square = \square \odot \square + \square$
这里Y表示输出结果,X表示整个输入信息。由于我们算法是Top-N推荐,因此是一个二分类问题:即如果Y=1,则项目被推荐;否则不给予推荐。 \odot 表示sigmoid激活函数。

算法框架、结果与分析

◆ MAMF算法框架

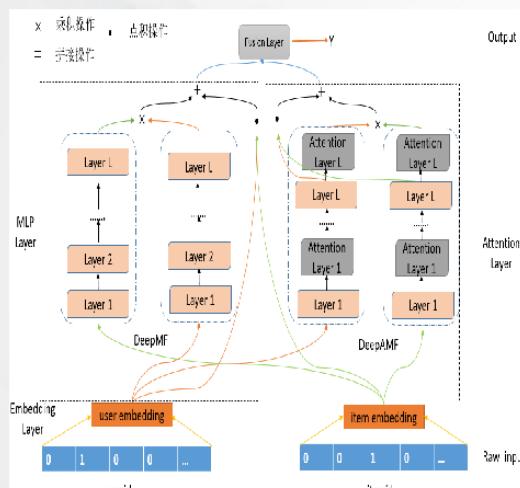


图1 MAMF算法框架示意图

◆ 数据集

表1 数据集描述

	ml-1m	lastfm	AMusic	AToy
用户数	6040	1741	1776	3117
项目数	3706	2665	12919	33983
评分数	10002309	69149	46087	84642
覆盖率	0.955	0.985	0.998	0.999

◆ 评价指标

$$\begin{aligned} \text{HR} @ K &= \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{K+1} I(i, j)}{\sum_{i=1}^n n_i} \\ I(i, j) &= \begin{cases} 1 & \text{if } i \in R_j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \\ \text{NDCG} @ K &= \sum_{i=1}^n \frac{\text{HR}(i)}{\log_2(K+1)} \end{aligned}$$

(这里K=10)

◆ MAMF 与相关对比算法的实验结果

表2 MAMF与常用推荐算法对比实验结果

		ItemPop	eALS	DMF[4]	Wide&Deep[5]	DeepHM[3]	MAMF
ml-1m	HR	0.4535	0.7018	0.6565	0.6970	0.7000	0.7048
	NDCG	0.2542	0.4280	0.3761	0.4151	0.4256	0.4332
lastfm	HR	0.6628	0.8265	0.8840	0.8909	0.8834	0.8926
	NDCG	0.3862	0.5162	0.5804	0.6015	0.6035	0.6115
AMusic	HR	0.2483	0.3711	0.3744	0.4251	0.4251	0.4037
	NDCG	0.1304	0.2352	0.2149	0.2528	0.2497	0.2604
AToy	HR	0.2840	0.3717	0.3535	0.3685	0.3752	0.3784
	NDCG	0.1518	0.2434	0.2016	0.2156	0.2215	0.2291

- ①相比基于矩阵分解方法如ItemPop,eALS和DMF等4个数据集上的HR和NDCG指标,MAMF都取得了不错的结果。这也证明了MAMF算法的优越性:即通过DeepMF和DeepAMF两个模型充分挖掘用户对不同项目的偏好信息,因此能够获得较好的推荐效果
② MAMF算法在AToy数据集上NDCG的指标与eALS算法相比,没有达到最优的实验结果;Wide & Deep 及其扩展算法DeepHM在四个数据集上的HR和NDCG实验结果也是优于MAMF,数据集中用户与项目的比例过小,导致MAMF算法无法学到较好的偏好信息而无法获得较好的推荐效果

表3 DeepMF,DeepAMF和MAMF实验结果

	DeepMF	DeepAMF	MAMF	
ml-1m	HR	0.6950	0.6745	0.7048
	NDCG	0.4280	0.3977	0.4332
lastfm	HR	0.8845	0.8782	0.8926
	NDCG	0.6143	0.6022	0.6115
AMusic	HR	0.3834	0.4054	0.4037
	NDCG	0.2473	0.2505	0.2604
AToy	HR	0.3577	0.3752	0.3784
	NDCG	0.2138	0.2167	0.2291

① MAMF算法在几个数据集上基于不同程度的精度提升,这也证明了我们提出的算法的优越性。

② DeepAMF在AMusic上的结果要由于MAMF算法,我们认为是DeepMF与DeepAMF融合输出时,影响到用户学习对不同用户分配权重,这也使得用户能获得较好的偏好信息。从而导致DeepAMF的HR指标相比于MAMF算法提升了0.18%。另外,我们需要注意的是,相比于基于矩阵分解算法如ItemPop、eALS、DMF、DeepMF和DeepAMF在几个数据集上都有不同程度的精度提升

参考文献

- [1] Collobert., R., Samy., B. Links between Perceptrons, MLPs and SVMs. In:Proceedings of International Conference on Machine Learning. pp.23.(2004)
[2] Vaswani., A., Shazeer., N., Niki., P., Jakob., U., Llion., J. Attention is all you need. In:Proceedings of Neural Information Processing Systems. pp. 5998-6008. Curran Associates Inc (2017)
[3] 钱付兰,李建红,赵殊,张燕平.基于深度混合模型评分推荐.南京航空航天大学学报,51 (5) : 592-598 (2019)
[4] Xue, H,Dai,X.,Zhang,J,S,Chen,J.:Deep Matrix Factorization for recommendation systems. In Proceedings of International Joint Conference on Artificial Intelligence,pp:3203-3209, AAAI Press(2017)
[5] Cheng., H,Koc., Harsem., J.,Shaked., T.,Chandra., etc. : Wide & Deep Learning for Recommendation System.In : Proceedings of 1st Workshop on Deep Learning for Recommendation System. pp:7-10.(2016)

总结与展望

1. 本文提出了一种基于矩阵分解和多层次注意力网络模型的新型Top-N推荐算法:联合多层次注意力矩阵分解(MAMF)
2. MAMF可以充分利用用户-项目信息矩阵来获取用户对项目的排序信息和权重信息,从而得到用户对不同项目的偏好信息,即使数据稀疏也具有良好的推荐能力。
3. 由于文本信息如用户年龄,项目主题等能很好地刻画用户的偏好。因此,在接下来的工作中将在MAMF的基础上添加文本信息和扩展算法框架使其推荐效果更好。

致谢

1. 国家自然科学基金项目(61702003);
2. 安徽省自然科学基金项目(1808085MF175);
3. 安徽省协同创新项目(GXXT-2019-018)