

基于深度学习的跨域推荐系统



推荐系统

推荐系统的核心是推荐算法，它利用用户与项目之间的二元关系，基于用户历史行为记录或相似性关系帮助用户可能感兴趣的项目。

推荐算法的形式化定义：用 U 表示所有用户 (user) 的集合，用 I 表示所有项目 (item) 的集合。定义一个效用函数 s ，用来计算项目 i 对用户 u 的推荐度，即 $s: U \times I \rightarrow R$ ，其中 R 是一个全序集合（在一定范围内非负的整数或实数），推荐算法要研究的问题就是通过计算推荐度为每一个用户 $u \in U$ 找到其最感兴趣的项目 $i' \in I$ ，如下：

$$\forall u \in U, i'_u = \operatorname{argmax}_{i \in I} s(u, i)$$

传统的推荐方法：

- 协同过滤推荐
- 基于内容的推荐
- 基于知识的推荐
- 混合推荐方法

研究背景

随着全球各行各业数据量爆炸式增长，如何用数据推动行业发展与变革成为至关重要的问题。当下，金融证券领域服务重点无疑已经转移到了客户身上，围绕客户打造一套个性化、针对性强、准确性高的服务体系成为助力金融证券行业转型的重要一步。推荐系统是围绕客户服务体系的核心，把金融证券产品主动地有目的地推送给特定用户，实现推荐系统个性化、精准化，助力精准营销既是行业诉求也是客户需求。

研究动机

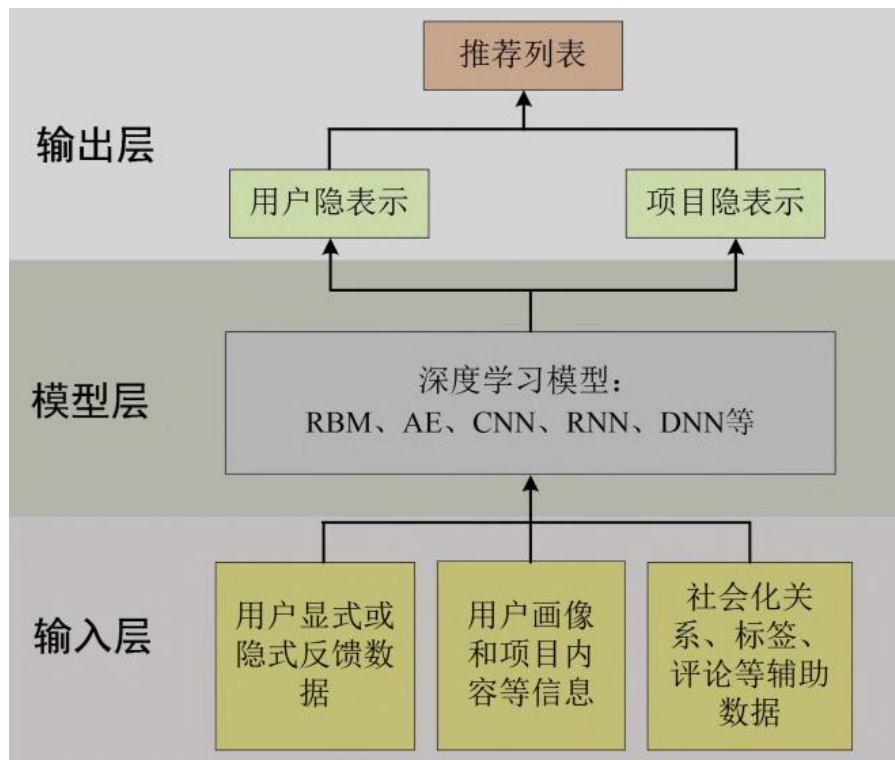
- 解决信息过载问题

产品、业务的不断增长导致的信息浏览的精力与时间成本增加，大量无关信息导致的信息过载问题将造成客户的流失。

- 做到千人千面

市场细分和传统意义上的精准营销往往只是把潜在用户分成很多群体，然后针对每个群体做不同的推荐服务，而个性化服务是指面向用户的，针对每一个用户进行量身定做的服务，个性化推荐就是针对每一个用户进行适合用户自身的产品推荐。

相关工作——基于深度学习的推荐系统研究综述

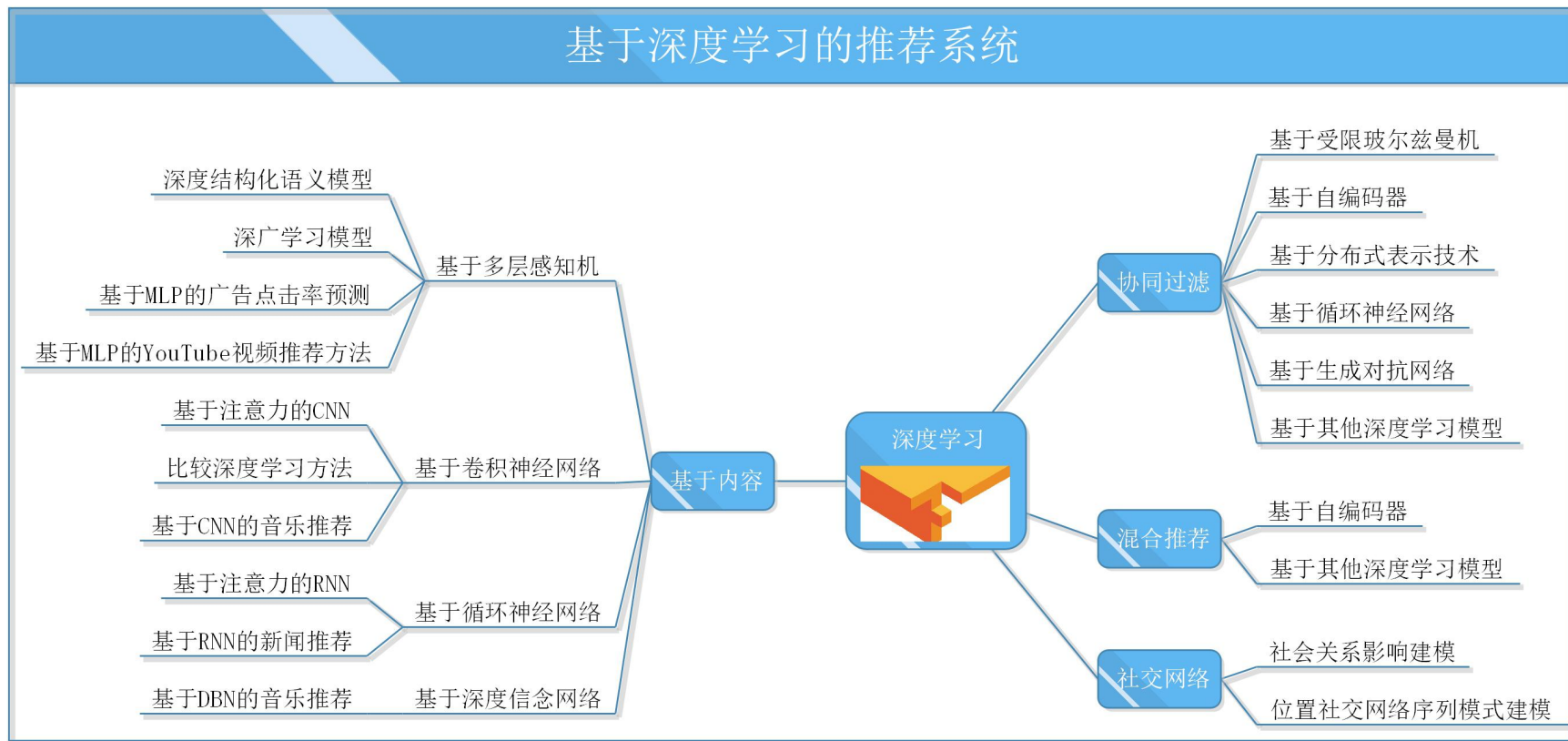


基于深度学习的推荐系统框架

基于深度学习的推荐系统研究趋势展望:

- (1) 深度学习与现有推荐方法的结合
- (2) 基于深度学习的跨领域信息融合的推荐
- (3) 注意力机制与基于深度学习的推荐系统的结合
- (4) 新的深度学习推荐系统架构
- (5) 基于深度学习的推荐系统的可解释性

相关工作——基于深度学习的推荐系统研究综述



黄立威,江碧涛,吕守业,刘艳博,李德毅.基于深度学习的推荐系统研究综述[J].计算机学报,2018,41(07):1619-1647

相关工作——DSSM、MV-DNN、TDSSM

2013 DSSM

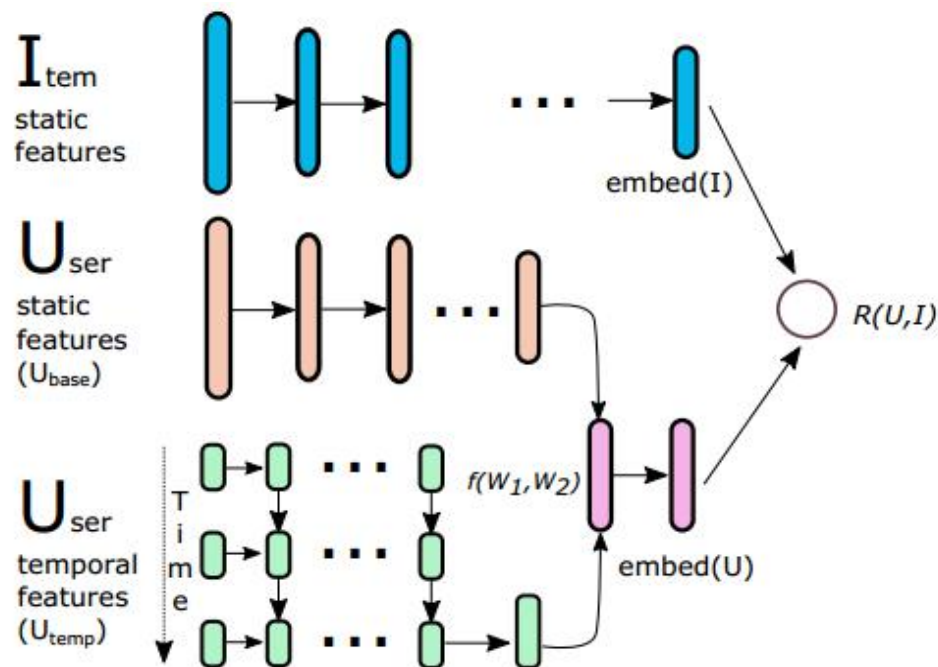
用于搜索引擎中的
Web文档与查询
的匹配排序任务

2015 MV-DNN

把DSSM扩展到
多视角的跨域推
荐场景

2016 TDSSM

在DSSM的基础上考虑了
用户的长期静态特征和用
户的短期喜好



[1] Po-Sen Huang, Xiaodong He, Jianfeng Gao, Li Deng, Alex Acero, and Larry Heck. Learning deep structured semantic models for web search using clickthrough data. In CIKM' 13, pages 2333–2338.

[2] Elkahky A M, Song Y, He X. A Multi-View Deep Learning Approach for Cross Domain User Modeling in Recommendation Systems[J]. 2015:278-288.

[3] Song Y, Elkahky A M, He X. Multi-rate deep learning for temporal recommendation[C]//Proceedings of the 39th International ACM SIGIR conference on Research and Development in Information Retrieval. ACM, 2016: 909-912.

相关工作——DSSM、MV-DNN、TDSSM

《基于深度学习的推荐系统研究综述》中提及这三篇论文：

- **4.1 深度学习在基于内容的推荐系统中的应用**

- 4.1.1 基于多层感知机的方法

Elkahky等人考虑到传统的基于内容的推荐系统中，用户特征难以获取的问题，通过分析用户的浏览记录和搜索记录提取用户的特征，丰富用户的特征表示。作者将深度结构化语义模型（DSSM, Deep Structured Semantic Models）进行扩展，提出了一种多视角深度神经网络模型（Multi-View Deep Neural Network, Multi-View DNN），该模型通过用户和项目两种信息实体的语义匹配来实现用户的项目推荐，是一种实用性非常强的基于内容的推荐方法。

- **4.2 深度学习在协同过滤中的应用**

- 4.2.4 基于循环神经网络的协同过滤方法

传统的协同过滤方法并没有考虑用户行为的时间信息，但是时间信息反映了用户行为的时间序列模式，有效地利用时间信息有利于提升推荐系统的性能。Song 等人通过融入时间信息并在多种粒度上建模用户的兴趣偏好，提出一种多等级时间深度语义结构化模型（Mutli-Rate TDSSM）。

cross-domain

跨领域推荐旨在整合来自不同领域的用户偏好特征，针对每个用户自身的特点进行智能化感知，精准满足用户个性化需要，从而提高目标领域推荐结果的准确性和多样性。

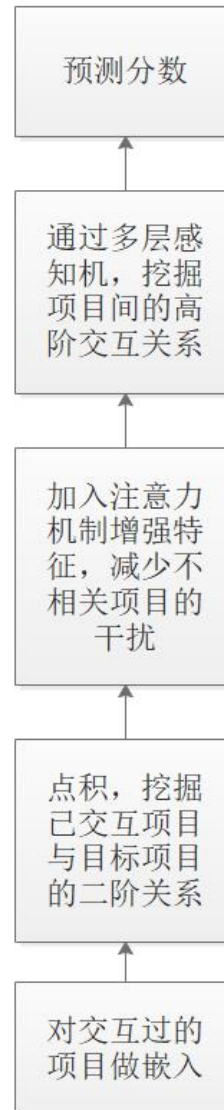
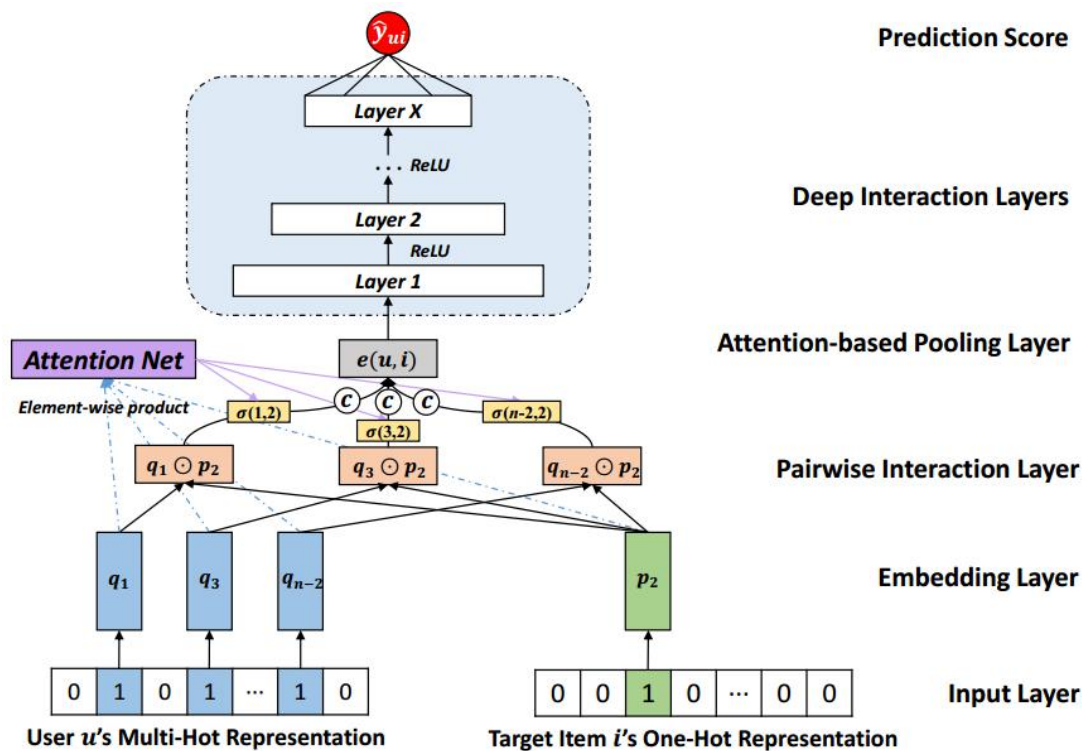
“域”可以分为三类：系统域、概念域、时间域

(1) 系统域：按照数据集所属的系统来划分。例如，豆瓣网站上的数据集和亚马逊网站上的数据集就分别属于不同的领域

(2) 概念域：将同一系统中的数据，按照不同层次的概念进行划分。例如，题材层次（动作电影和喜剧电影为不同的领域），对象层次（电影和图书为不同的领域，即便在题材上有重复的地方）

(3) 时间域：依据行为产生的时间对数据集进行域的划分。例如2017年1月至6月的数据和2017年7月至12月的数据视为不同领域的数据

Deep Item-based Collaborative Filtering

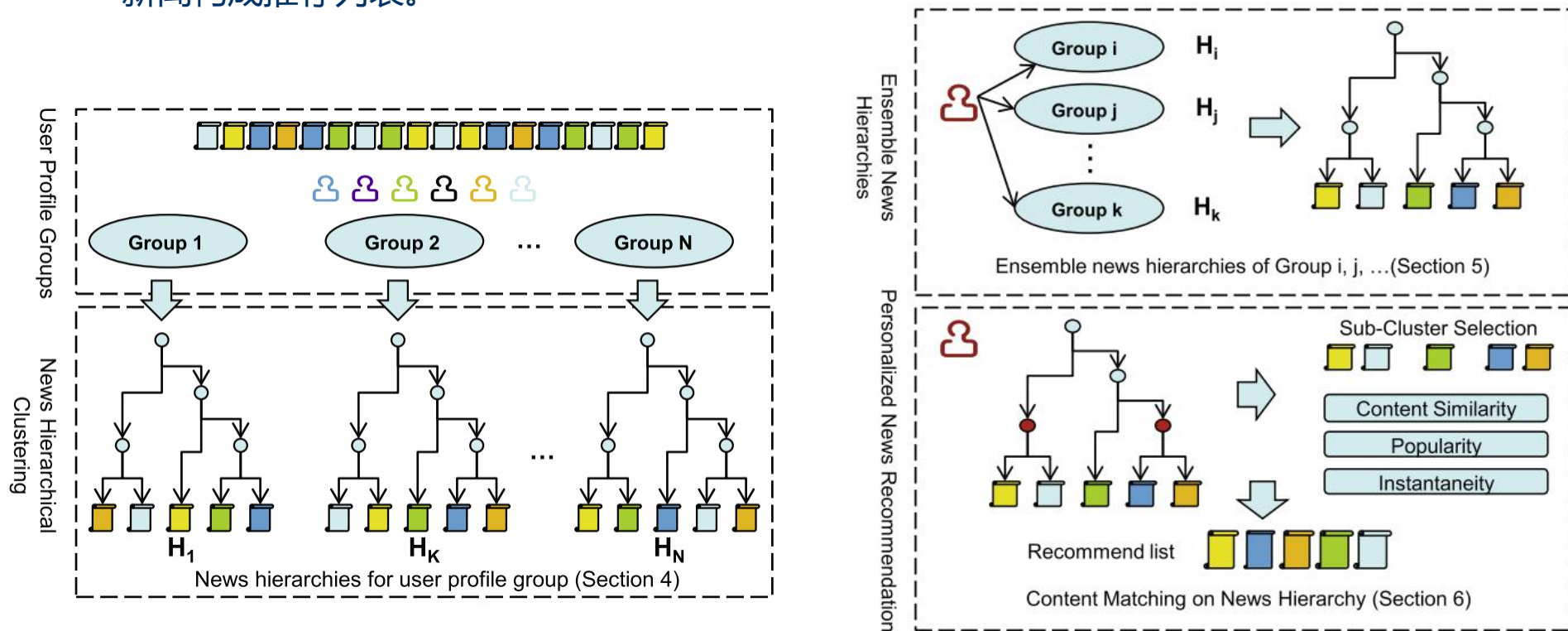


Xue F, He X, Wang X, et al. Deep Item-based Collaborative Filtering for Top-N Recommendation[J]. arXiv preprint arXiv:1811.04392, 2018.

news recommendation using ensemble hierarchical clustering



用集成分层聚类的方法推荐新闻。首先基于用户的历史浏览新闻记录将用户分组，针对特定用户组为新出现的新闻构建分层聚类。为给定的用户推进新闻时，先根据新闻分层聚类筛选出该用户感兴趣的主题，再从各主题中用解决预算型最大问题的贪婪算法选择新闻构成推荐列表。

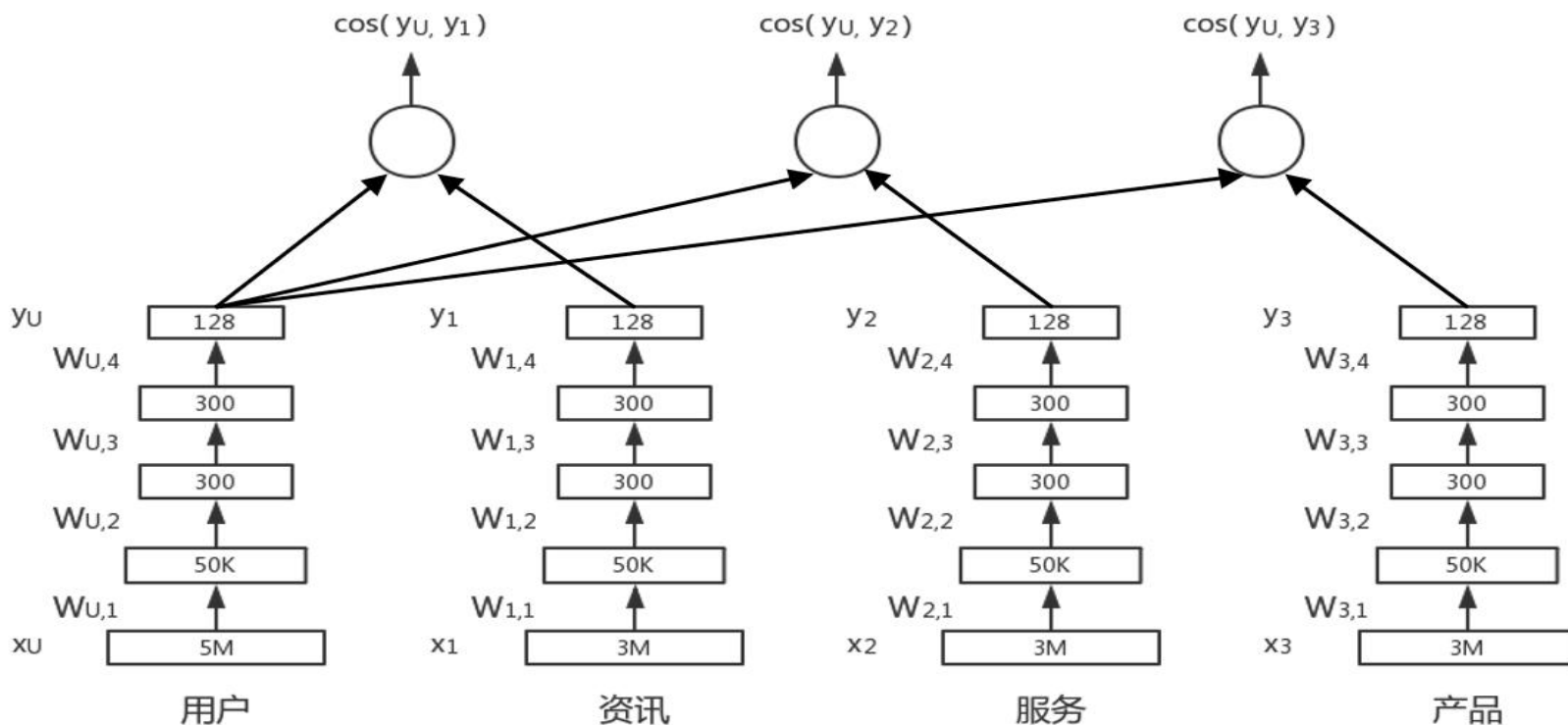


Zheng L, Li L, Hong W, et al. PENETRATE: Personalized news recommendation using ensemble hierarchical clustering[J]. Expert Systems with Applications, 2013, 40(6): 2127-2136.

研究思路一：将cross-domain应用在金融证券领域

利用跨域推荐的技术路线实现两融客户的全域个性化推荐

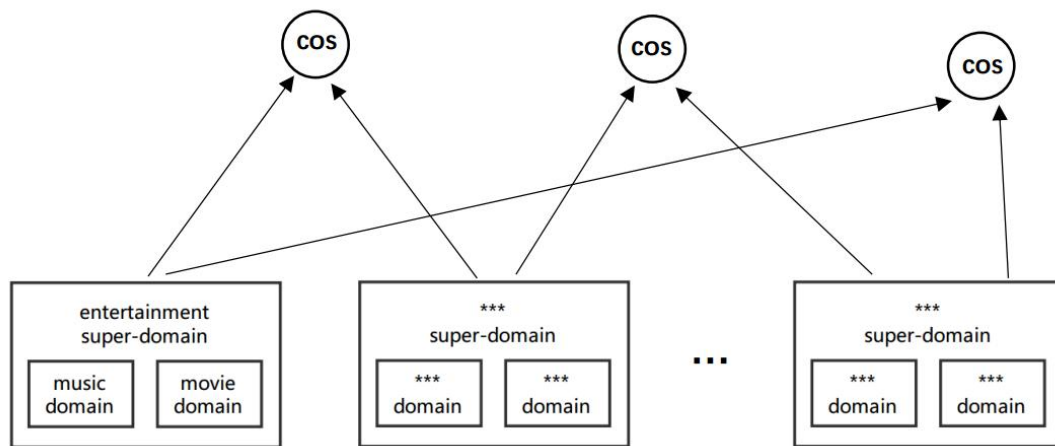
- 资讯：包括新闻和公告等
- 服务：融资融券利率个性化
- 产品：资管产品个性化定制推荐策略



资讯、服务和产品跨域推荐系统结构

研究思路二：层次跨域推荐

把几个相似的domain聚合成一个super-domain，在多个super-domain上进行跨域推荐。



层次跨域推荐结构

(1) 怎样定义super-domain?

- 方法一：计算domain间的相似度
- 方法二：利用层次分类

(2) 两种推荐方式

- 自顶向下：在super-domain的粒度上跨域推荐，再将结果进行筛选，得到目标domain下的推荐结果。
- 自底向上：在获得一个domain的特征后，利用同一个super-domain下的其他domain对此特征进行扩充，在扩充了特征的基础上再进行推荐。



研究思路三：考虑时间特性



研究思路四：卷积网络

构建特征工程时，可以采用卷积



参考文献

- 黄立威,江碧涛,吕守业,刘艳博,李德毅.基于深度学习的推荐系统研究综述[J].计算机学报,2018,41(07):1619-1647
- Po-Sen Huang, Xiaodong He, Jianfeng Gao, Li Deng, Alex Acero, and Larry Heck. Learning deep structured semantic models for web search using clickthrough data. In CIKM' 13, pages 2333–2338
- Elkahky A M, Song Y, He X. A Multi-View Deep Learning Approach for Cross Domain User Modeling in Recommendation Systems[J]. 2015:278-288.
- Song Y, Elkahky A M, He X. Multi-rate deep learning for temporal recommendation[C]//Proceedings of the 39th International ACM SIGIR conference on Research and Development in Information Retrieval. ACM, 2016: 909-912.
- 陈雷慧,匡俊,陈辉,曾炜,郑建兵,高明.跨领域推荐技术综述[J].华东师范大学学报(自然科学版),2017(05):101-116+137.
- Xue F, He X, Wang X, et al. Deep Item-based Collaborative Filtering for Top-N Recommendation[J]. arXiv preprint arXiv:1811.04392, 2018.
- Zheng L, Li L, Hong W, et al. PENETRATE: Personalized news recommendation using ensemble hierarchical clustering[J]. Expert Systems with Applications, 2013, 40(6): 2127-2136.



Thanks