

美团搜索的深度学习实践

周翔@美团搜索





2014年毕业于电子科技大学

一直从事于Learning to Rank相关工作

搜索排序/频道筛选排序/混合排序

深度学习排序模型构建，落地：搜索，到餐/到综/酒店/旅游筛选

美团搜索—业务



美团搜索—价值



约40%的平台交易



千万POI, 亿级SPU



千万DAU, 亿级日PV

美团搜索—愿景

交易效率

信息决策



用户触达

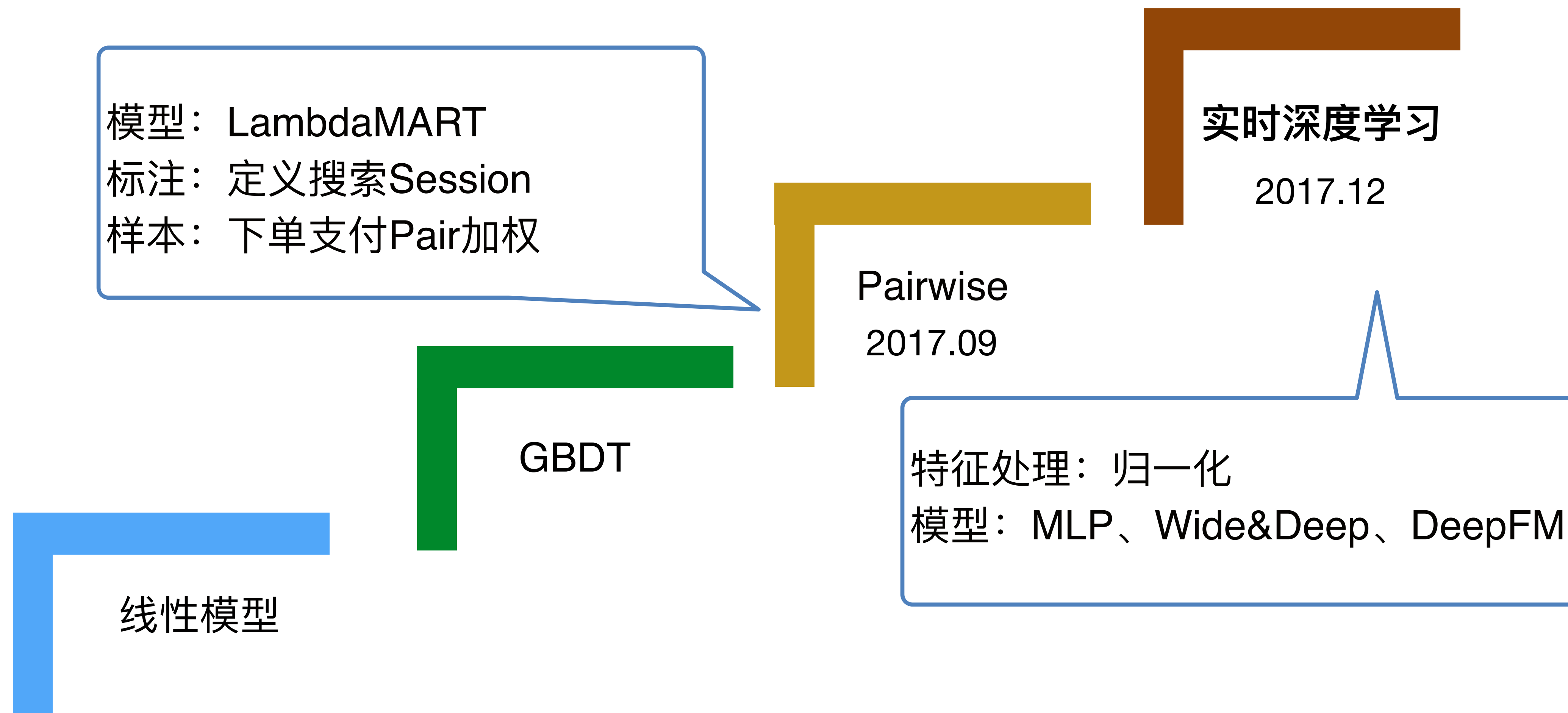
转化效率

让更多用户更便捷地找到更多想要的服务

美团搜索—关键路径

- 1 智能排序—深度学习排序模型
- 2 智能召回—深度学习语义模型

智能排序—模型演进



深度学习排序—为什么

本地化

大多数消费距离半径不大，
搜“火锅”，想在附近吃火锅

场景化

在簋街搜“小龙虾”，到店消费为主
在家搜“小龙虾”，想点外卖居多

美团 搜索特点

个性化

移动时代，千人千面
两人搜“自助”，需求不同

时效性

用户意图和商家供需实时变化
七夕节，鲜花店下午爆单

深度学习排序—为什么

• 业务场景复杂

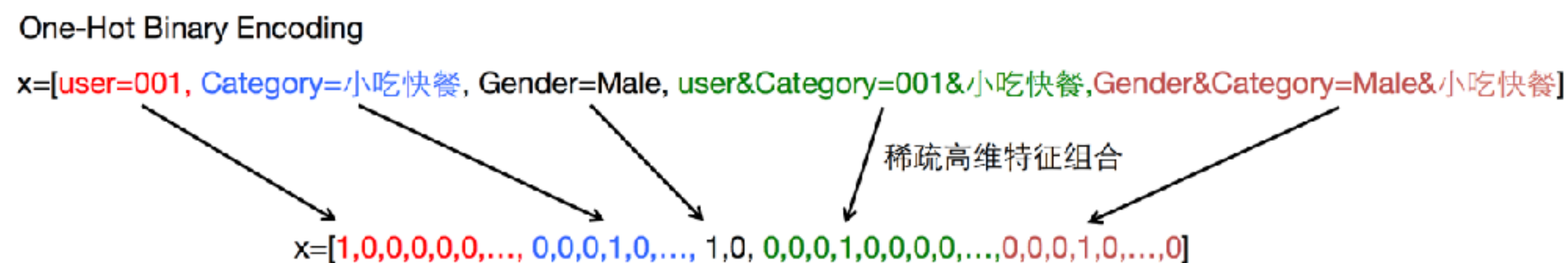
- 1.行业，美食、ktv、酒店、旅游...
- 2.时间，早/中/晚、工作日/节假日...
- 3.空间，在家/在公司/学校、景点/医院/商圈...
- 4.用户，学生/白领，吃货/旅游达人，母婴/家长...
- ...



深度学习排序—现状

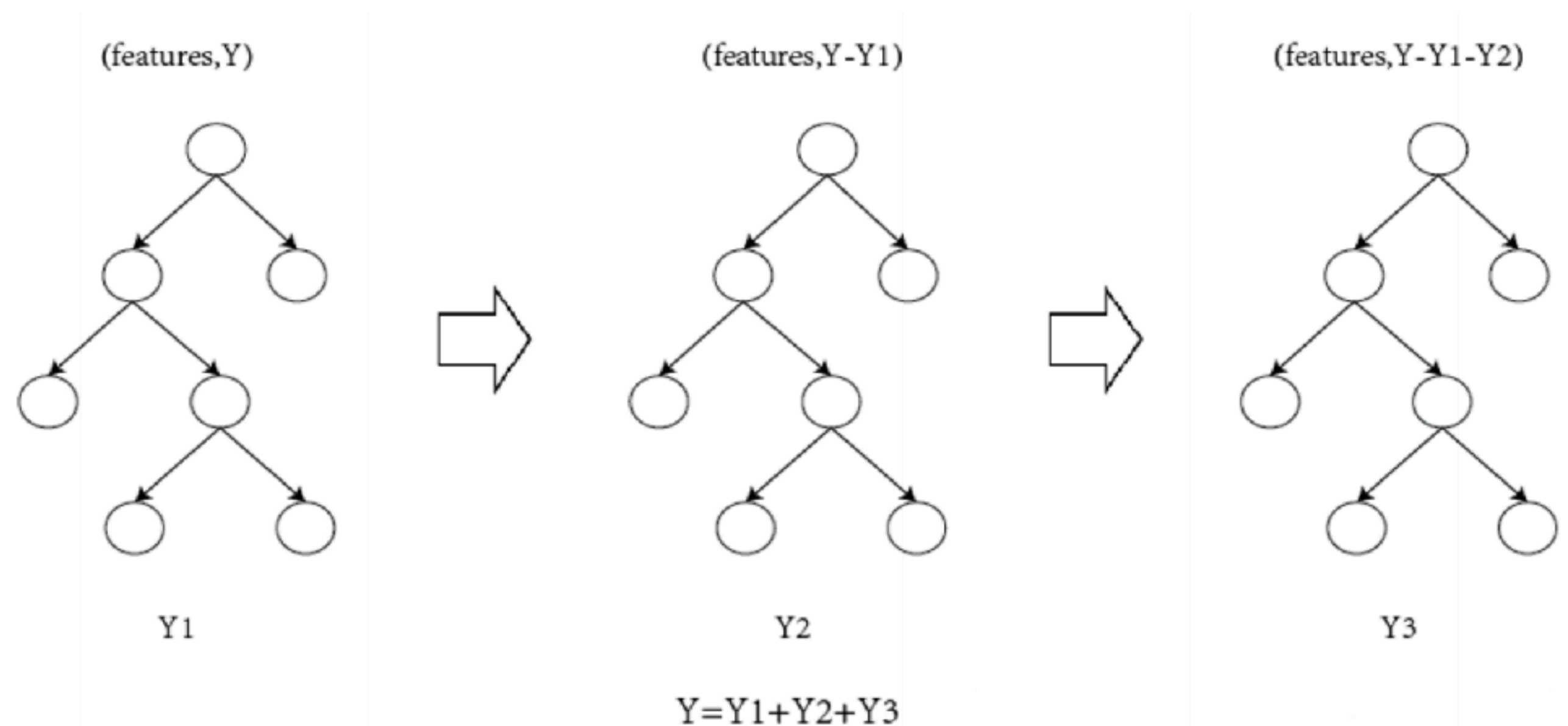
• 线性模型LR局限性

1. 泛化能力不足, one-hot 编码之间没有相关性
2. 需要用High Level的特征来保证泛化能力
3. 难以捕捉到一些抽象特征高阶组合 (FM/FFM简单二阶组合)



• 树模型局限性

1. 无法使用大规模的稀疏特征
2. 需要挖掘大量的统计特征



深度学习排序—挑战

业务异构

1.数据不同

目标, CTR/CVR/GMV
样本, 有/无曝光信息
特征, 计算、处理不同

2.模型不同

LR/FFM/XGB/Keras



搜索列表



美食列表



酒店列表



旅游列表



丽人列表

深度学习排序—怎么做

训练和预估
平台统一

深度学习
网络结构设计

深度学习排序—怎么做

训练和预估
平台统一

深度学习
网络结构设计

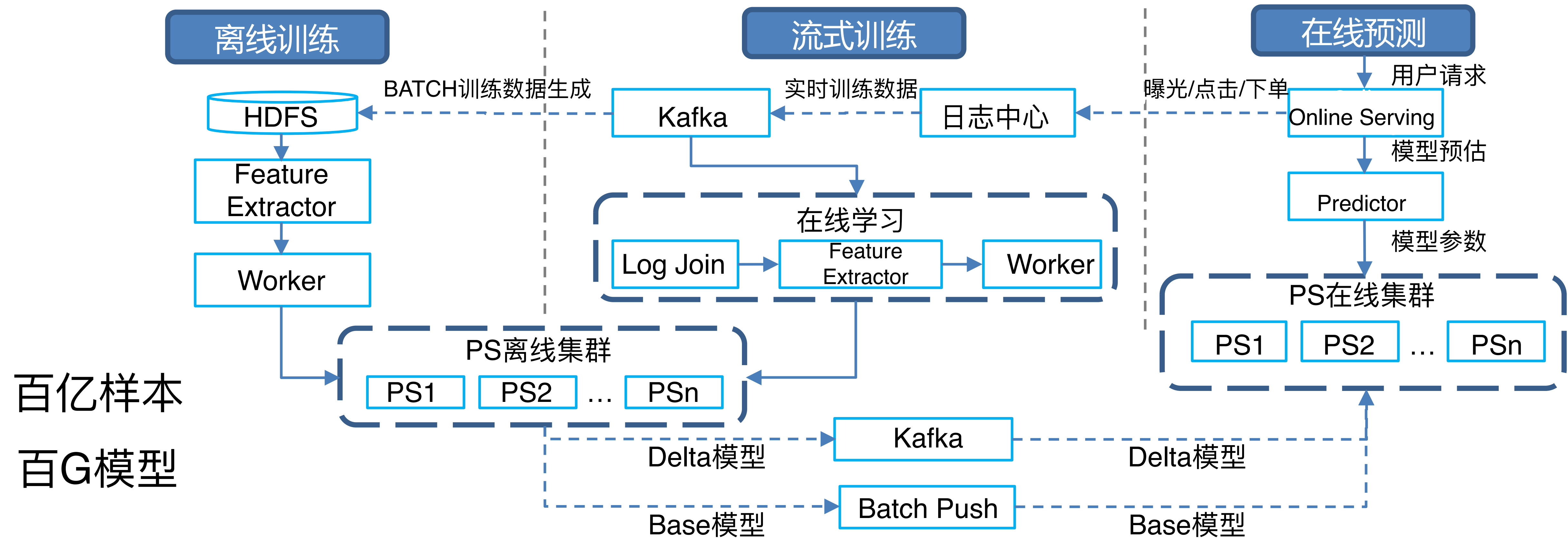
深度学习排序—训练平台



1.Embedding训练比较慢

2.在线学习支持不足

深度学习排序—MLX平台



深度学习排序—怎么做

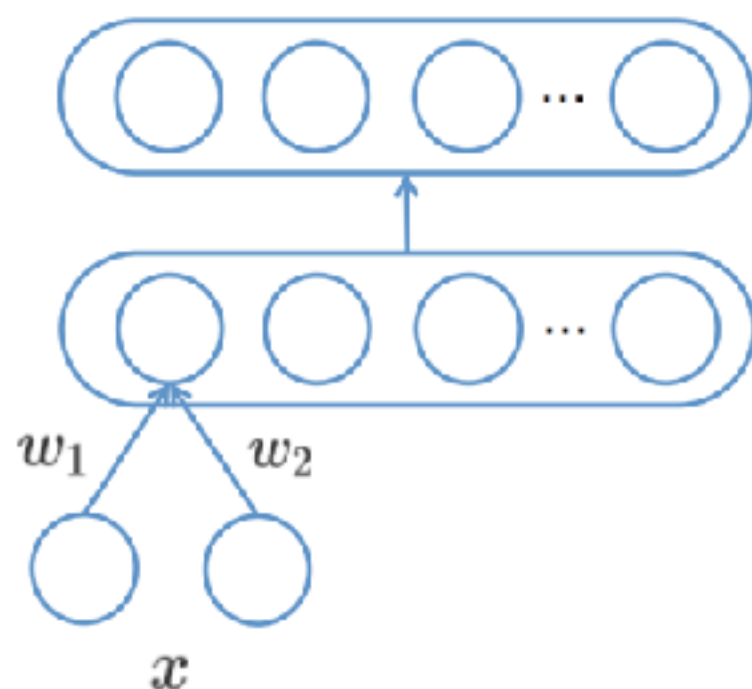
训练和预估
平台统一

深度学习
网络结构设计

深度学习排序—简单网络

★稠密特征累计分布分布归一化

★特征缺失值处理

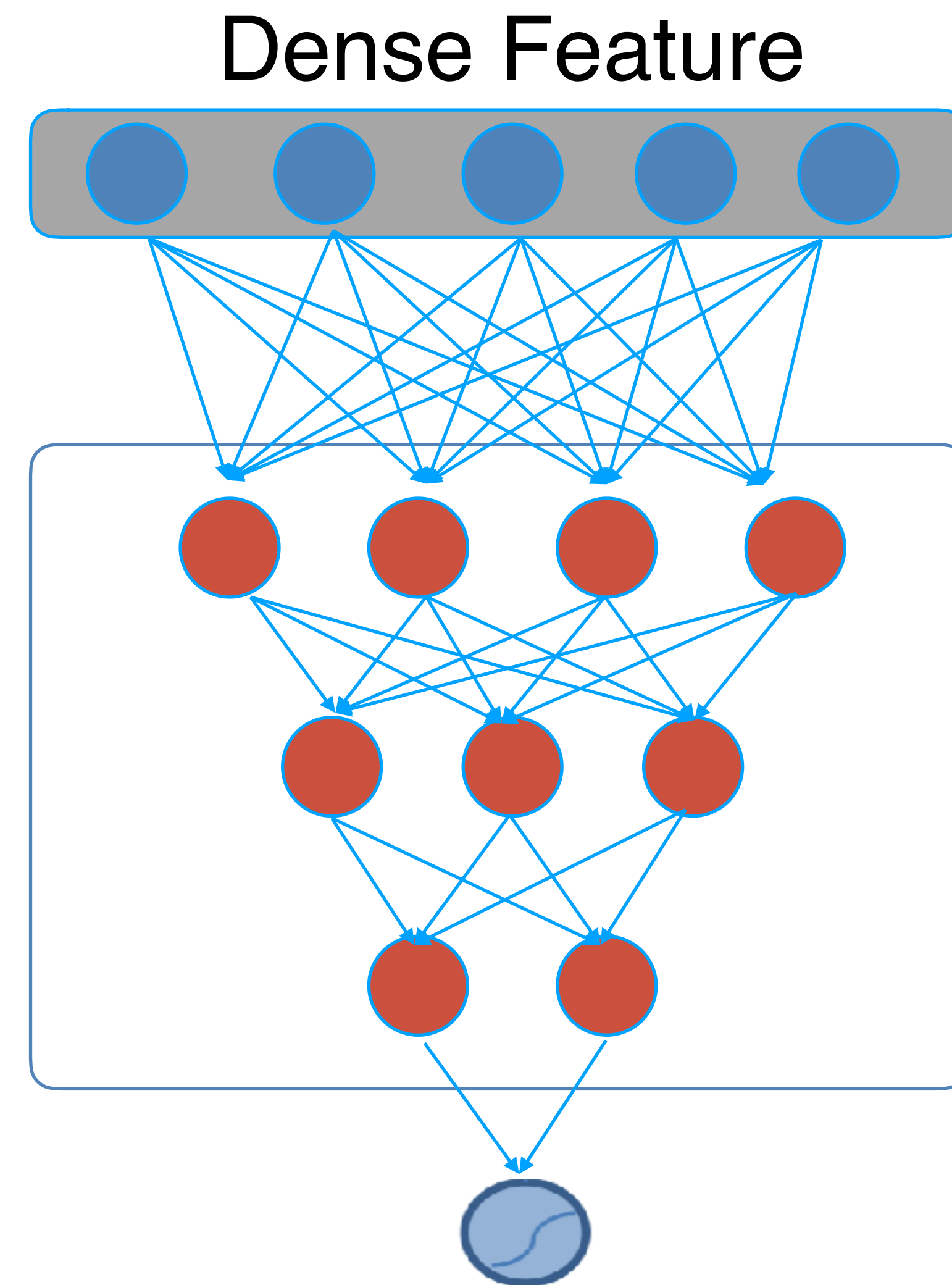


$$x' = \begin{cases} w_1 & x \text{ 缺失} \\ w_2 x & \text{else} \end{cases}$$

点击率+1.68%

★Relu/RRelu/Selu..., 输出层Sigmoid

★Adam/Momentum SGD/AdaGrad/AdaDelta...



深度学习排序—稀疏特征

稀疏特征放入模型

1.OneHot: 记忆性强

2.Embedding: 泛化性强

稀疏特征组合

1.OneHot: 笛卡尔积, 低维

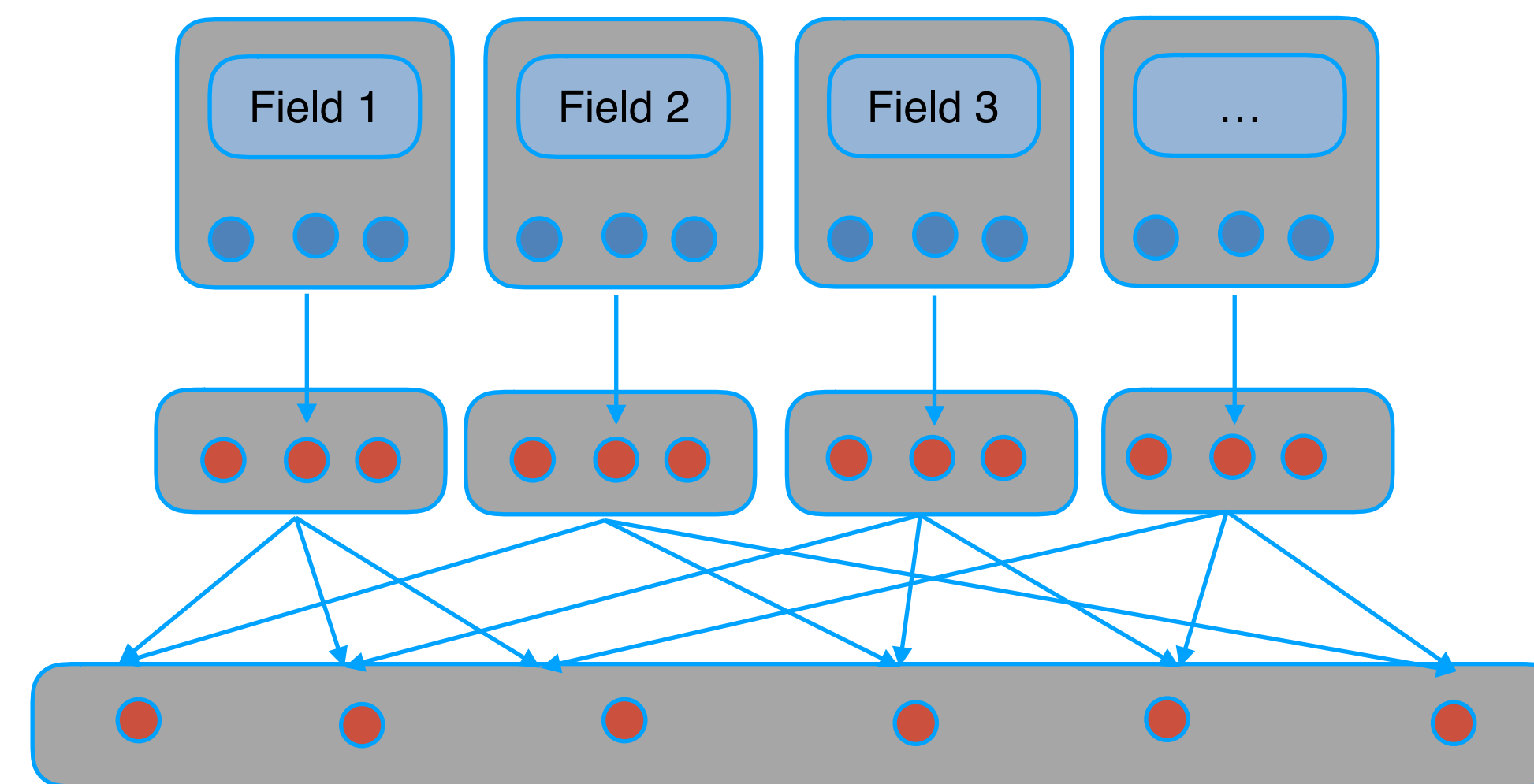
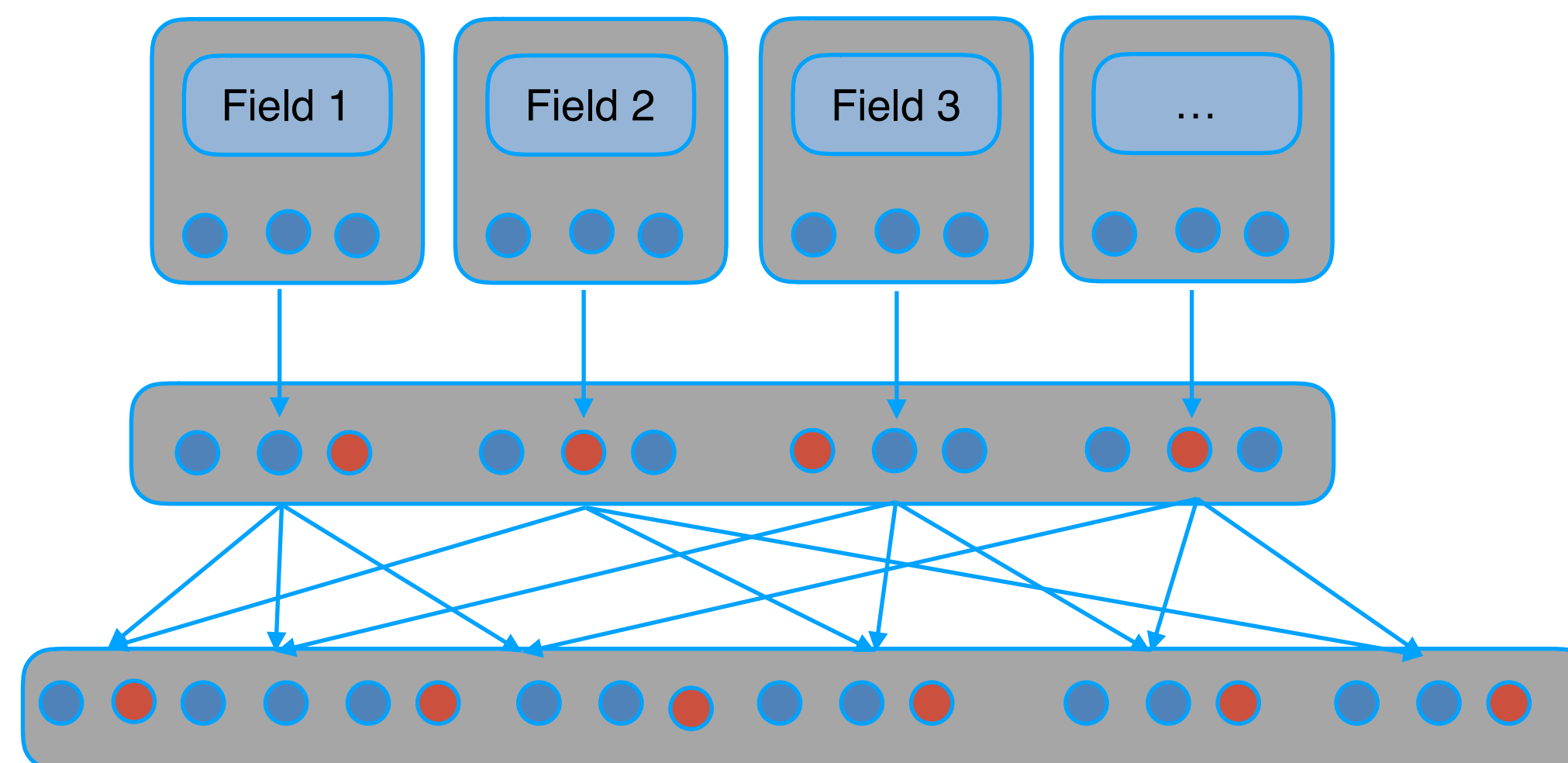
2.Embedding: 点积, 高维

oneHot Concat

Cartesian Product

Embedding

dot Product



深度学习排序—稀疏特征

稀疏特征

- 1. 关键词：类目，意图
- 2. 本地化：城市，GeoHash

商家

地址

类目

眉州东坡

五道口

火锅

东来顺

798

减肥餐

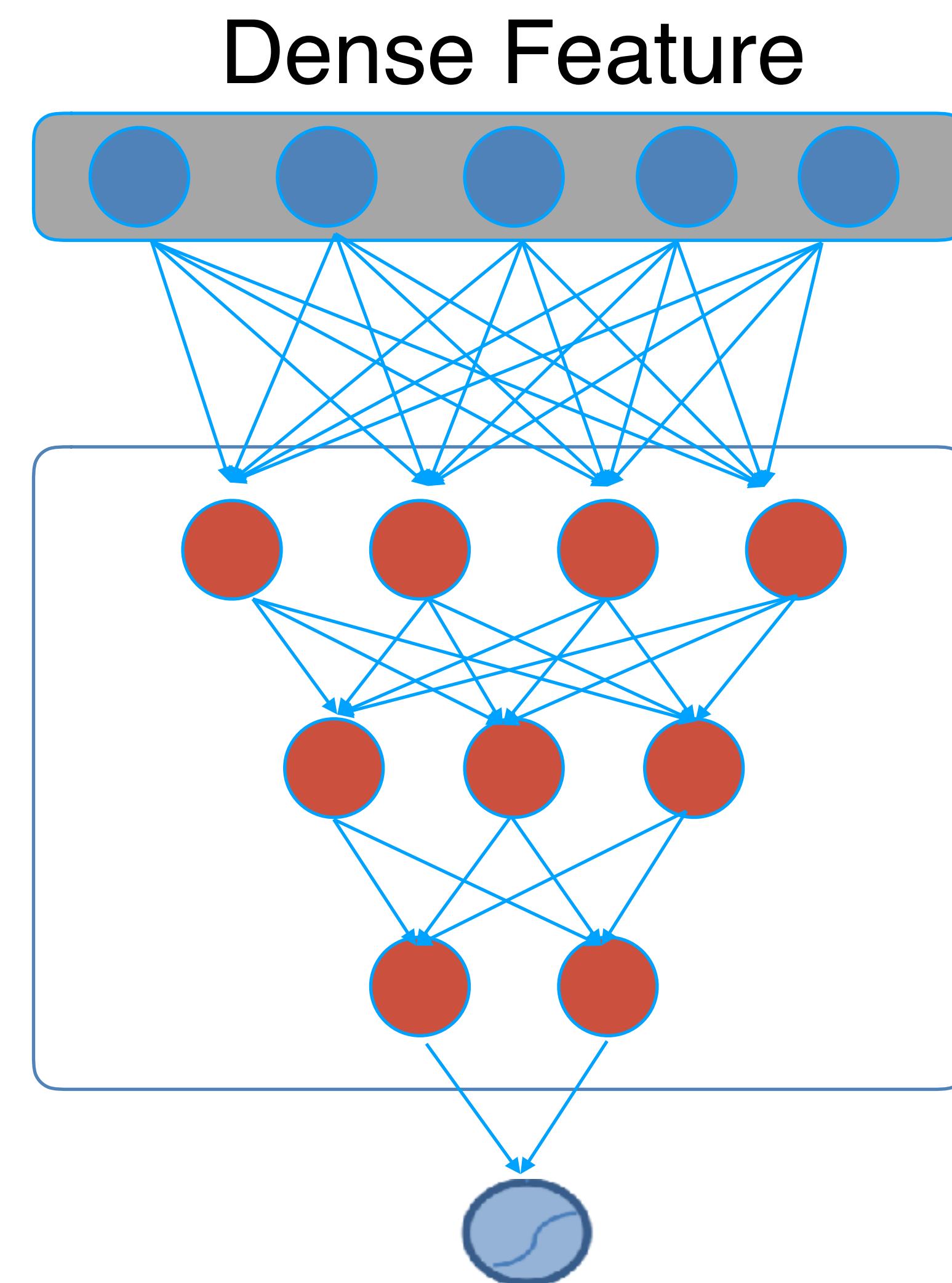


北京的黄鹤楼饭店



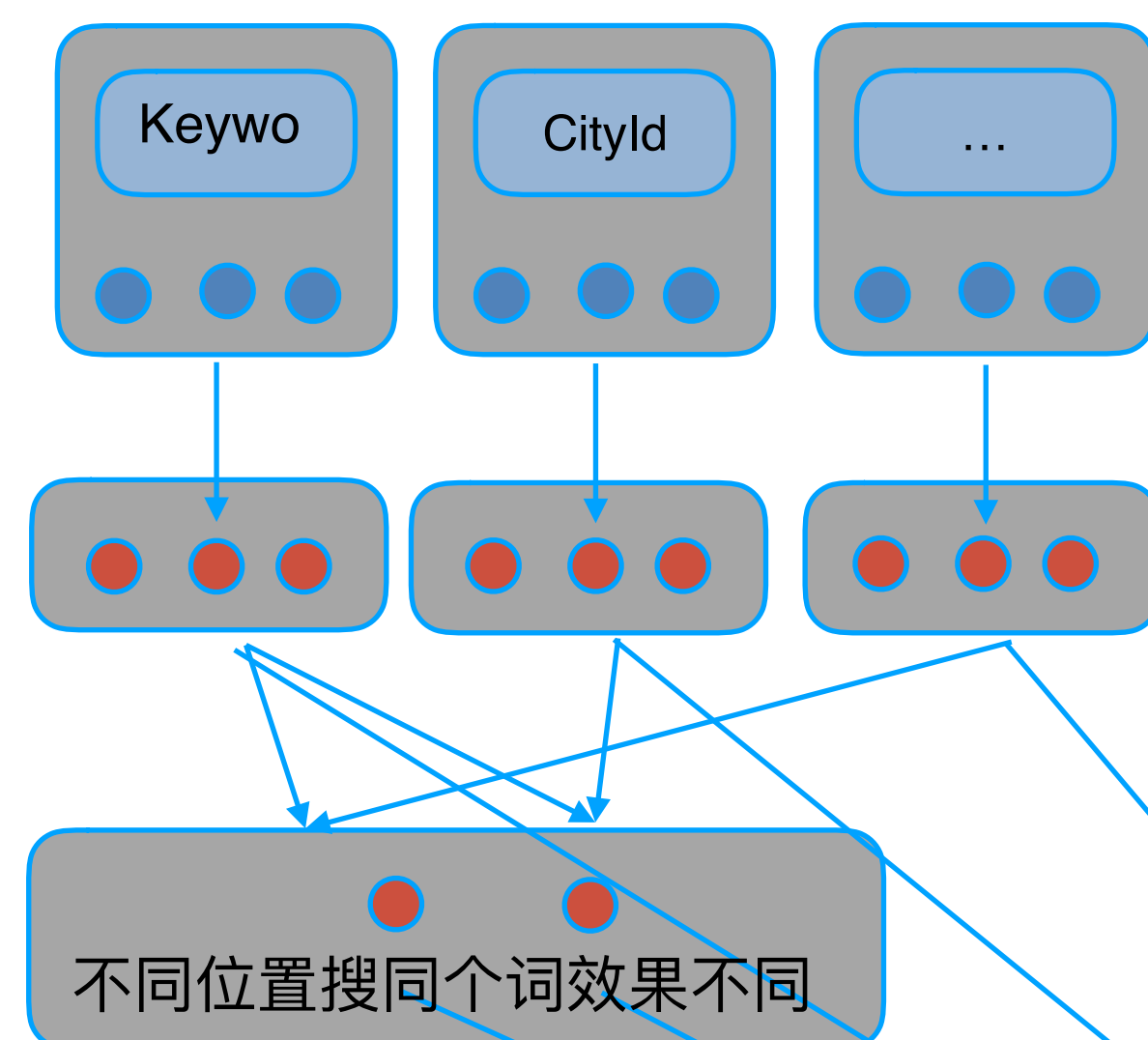
武汉的黄鹤楼景点

深度学习排序—位置

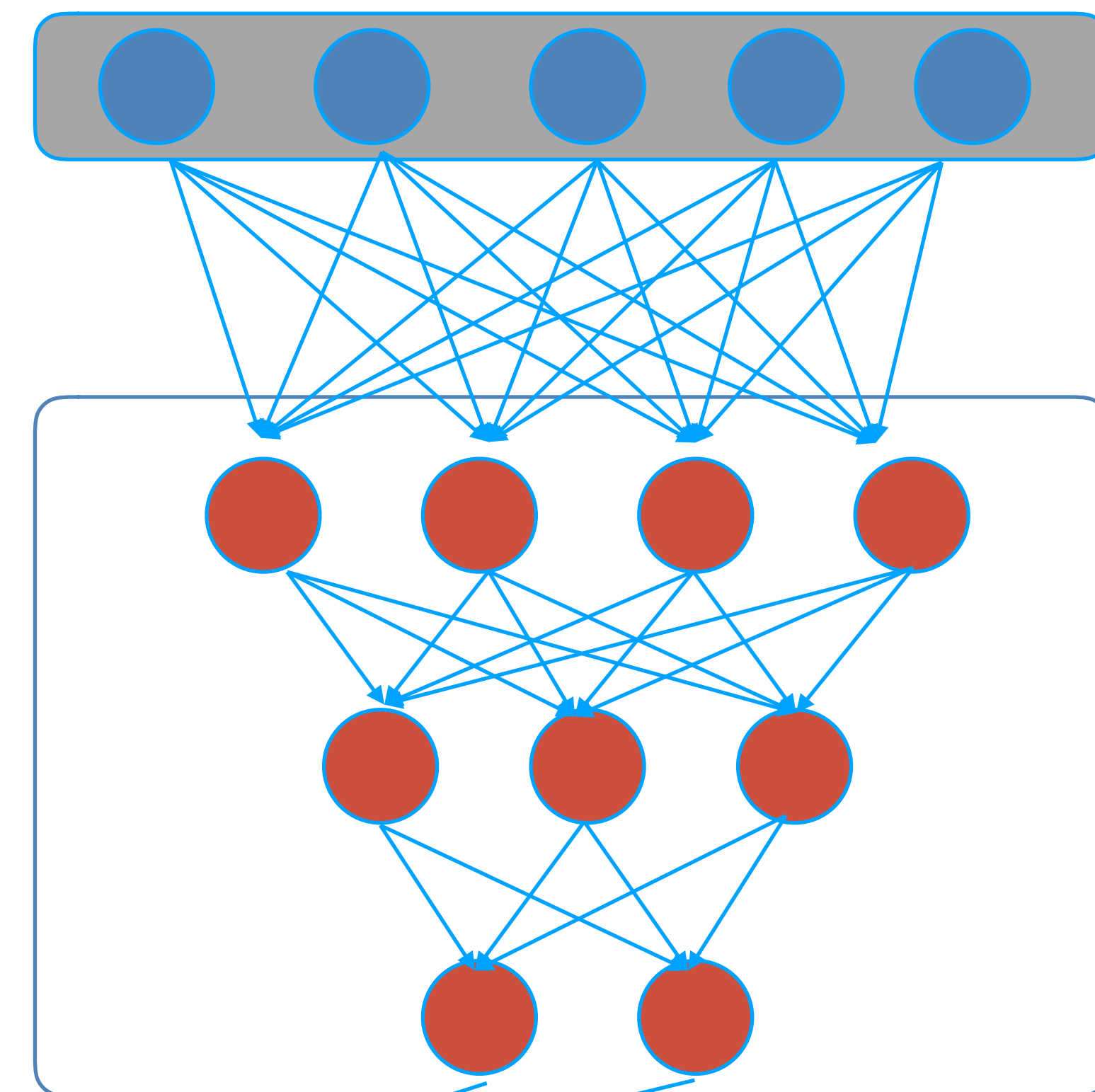


深度学习排序—位置

Sparse Feature



Dense Feature



深度学习排序—稀疏特征

稀疏特征

1.关键词：类目，意图

2.本地化：城市，GeoHash

3.时效性：

不同品类消费时间不同

不同地方生活习惯不同

上午：蛋糕DIY，生日蛋糕

“蛋糕”

下午：甜点，生日蛋糕

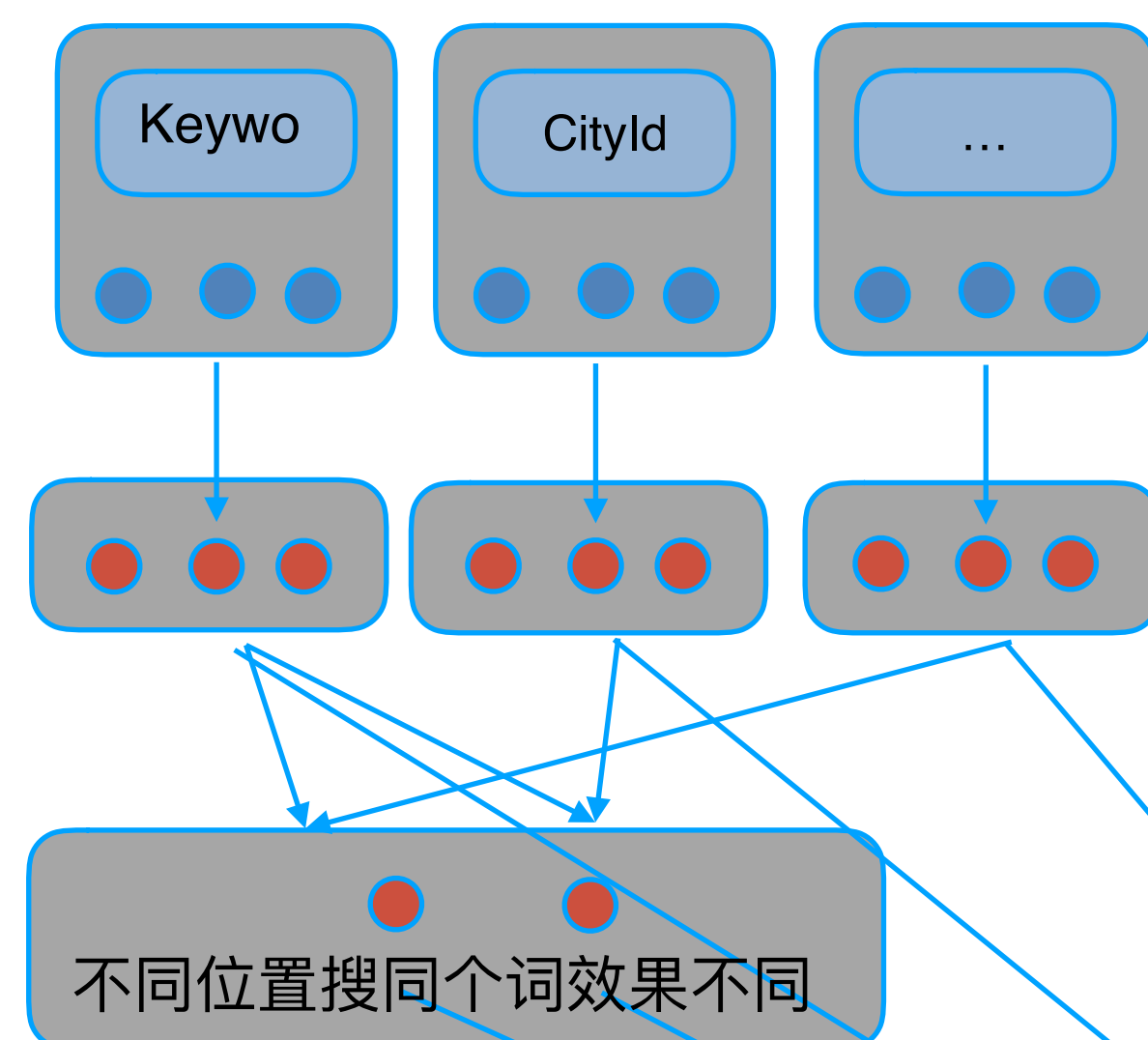
傍晚：生日蛋糕



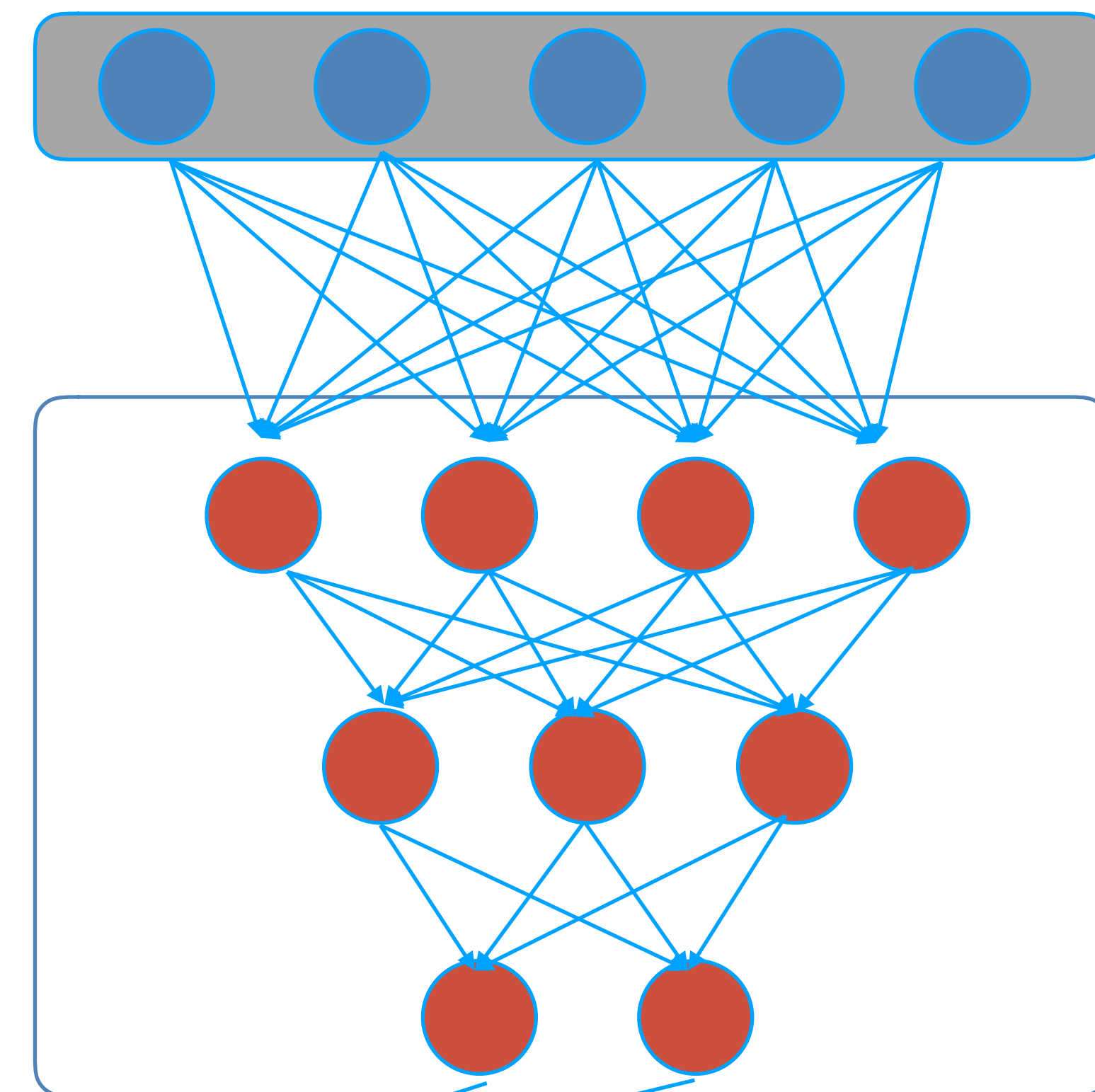
夏天22点的乌鲁木齐

深度学习排序—时间

Sparse Feature

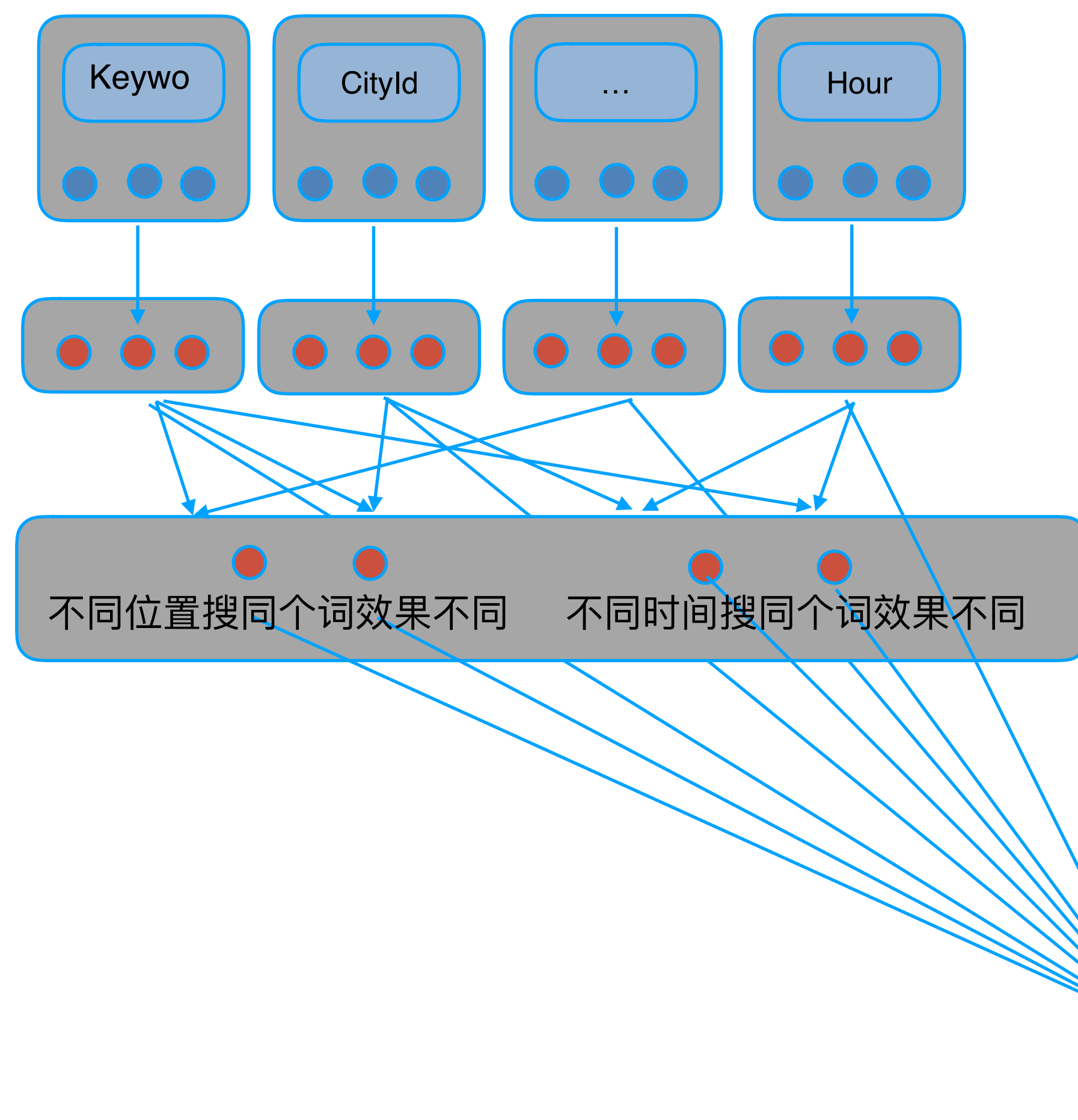


Dense Feature

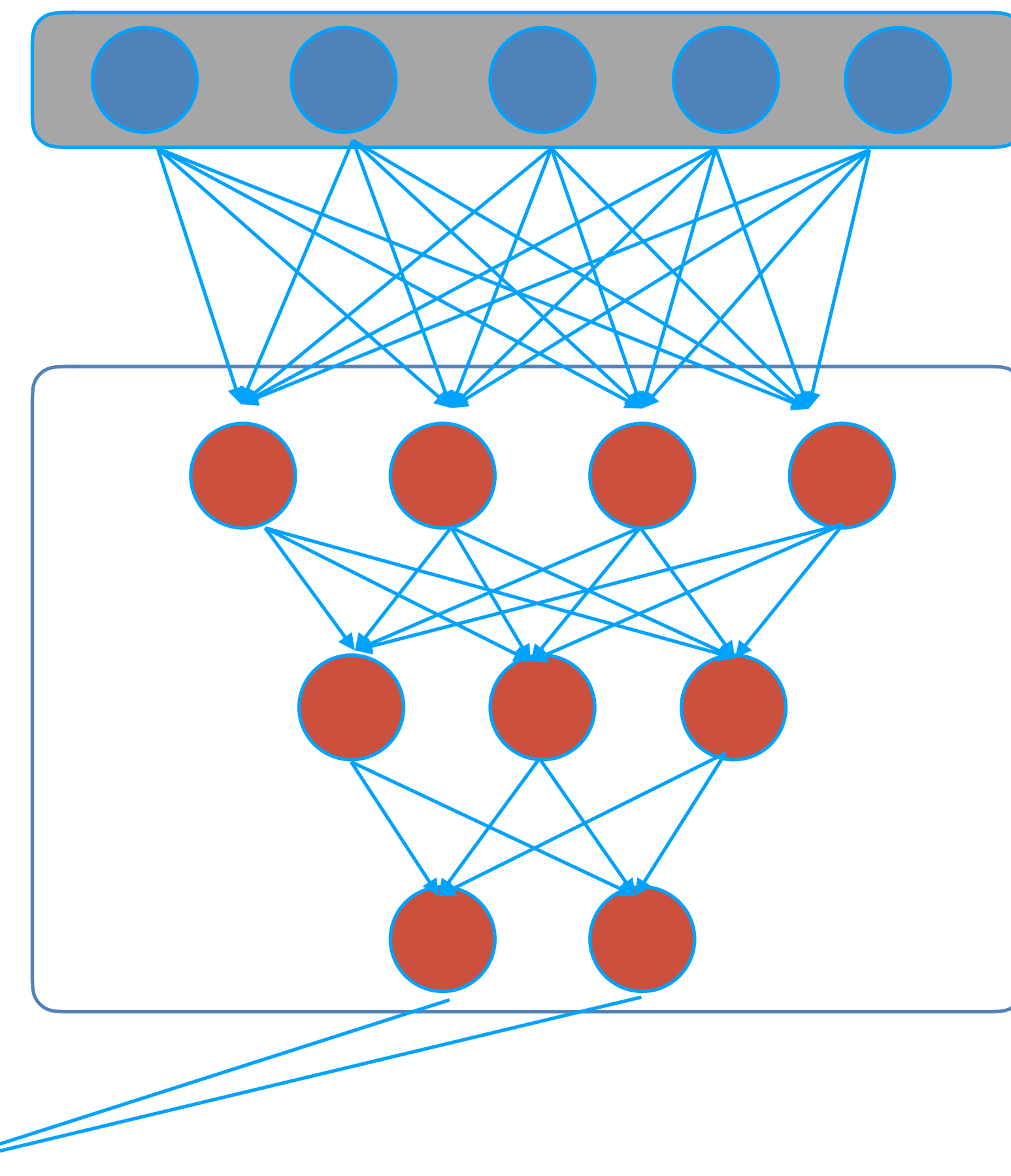


深度学习排序—时间

Sparse Feature



Dense Feature



深度学习排序—稀疏特征

稀疏特征

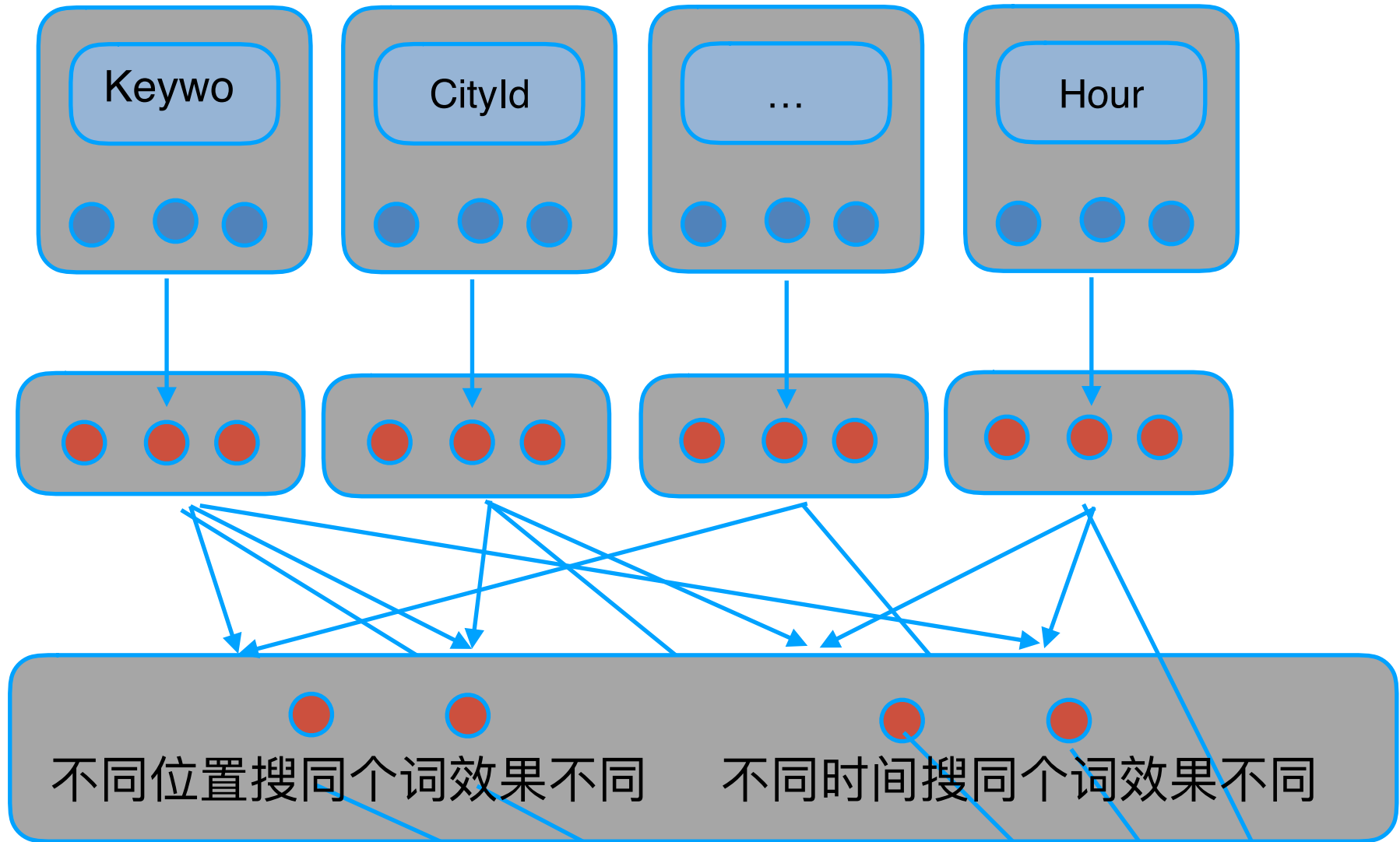
- 1.关键词：类目，意图
- 2.本地化：城市，GeoHash
- 3.时效性：
 - 不同品类消费时间不同
 - 不同地方生活习惯不同
- 4.商家：类型，品类，品质

POI Dense Feature

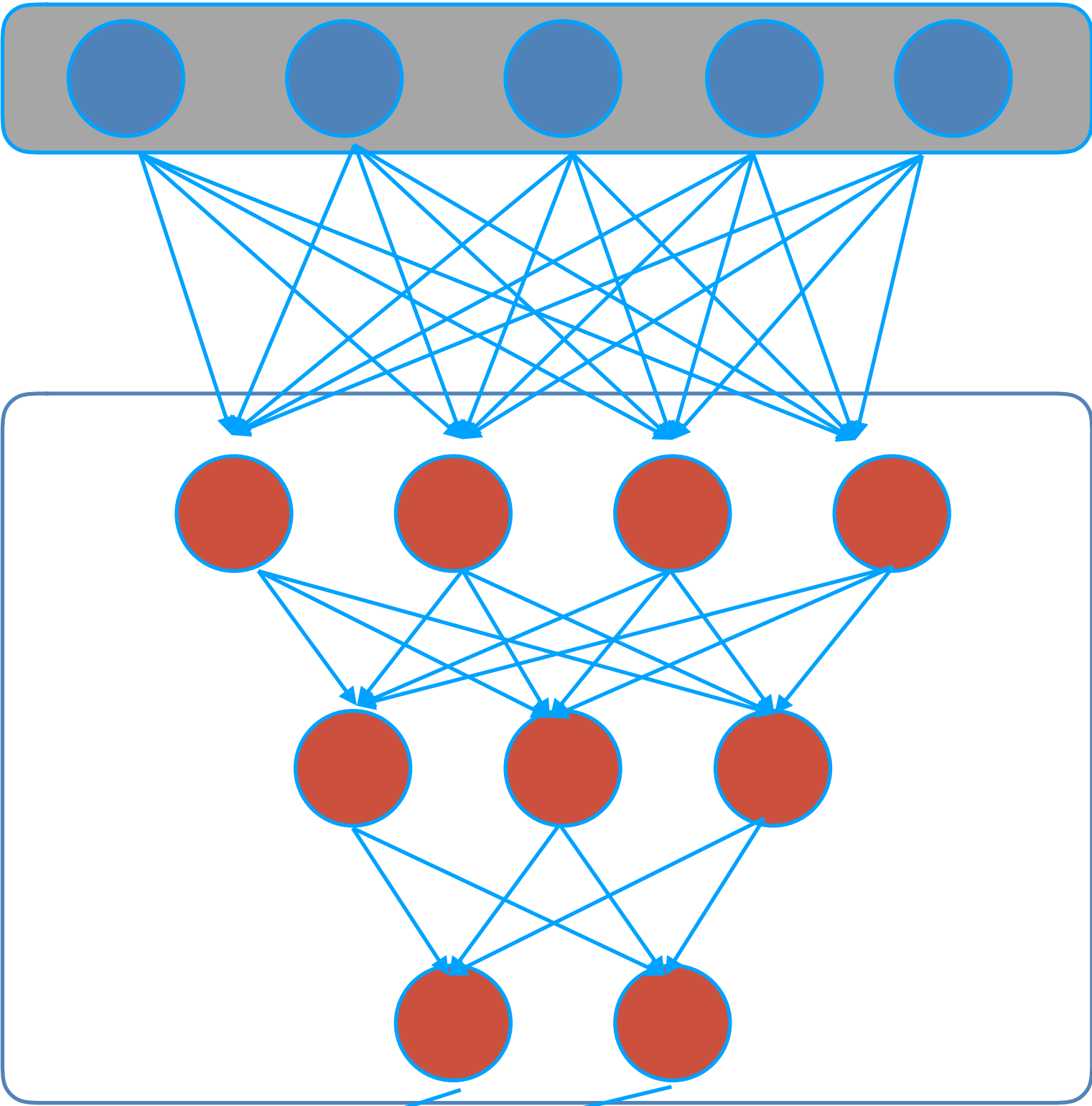


深度学习排序—商家

Sparse Feature



Dense Feature



深度学习排序—商家

Sparse Feature

< 台球

全部分类 全城 智能排序

云渡台球 (望京店)

★★★★★ 5.0分

台球 望京 2.6km

¥45

乔氏®银腿钢库赛台1小时

门市价: ¥48 已售56

¥55

乔氏®银腿钢库VIP赛台1小时

门市价: ¥58 已售17

查看其它1个团购

云顶台球棋牌俱乐部

★★★★★ 5.0分

台球 常营 12.3km

¥45

平时场2小时台球畅玩

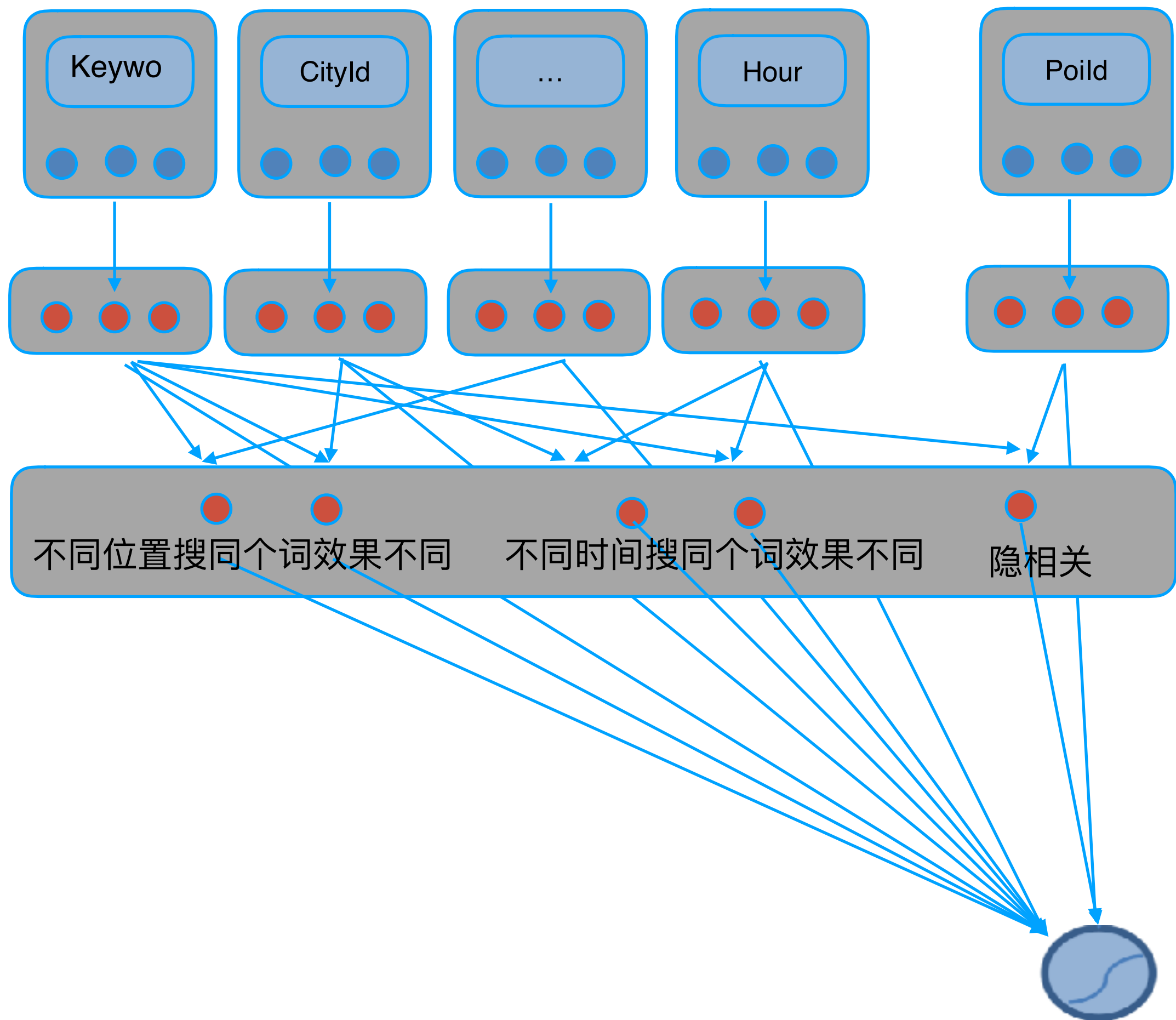
门市价: ¥76 已售618

¥50

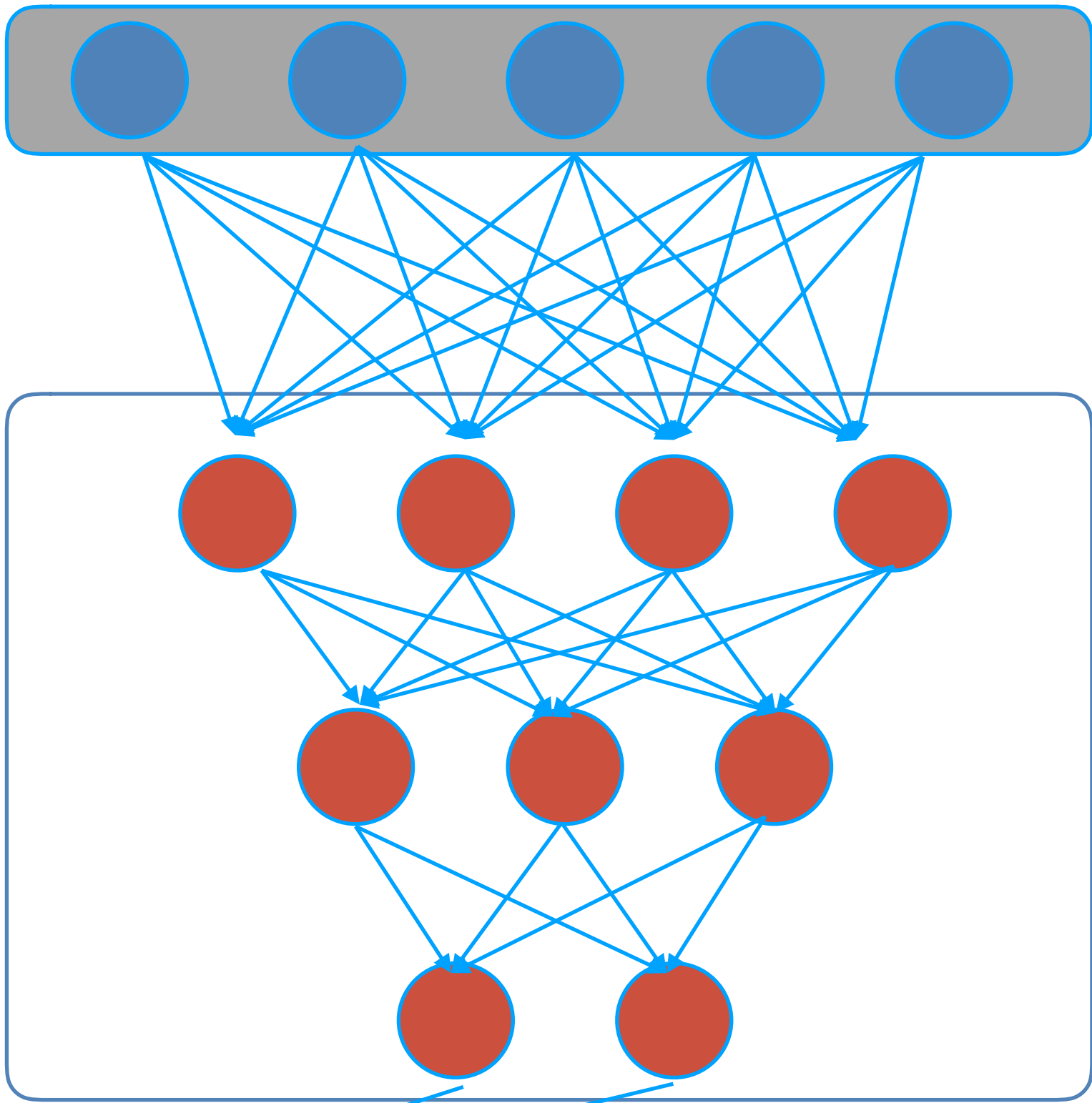
平时场1小时台球畅玩

门市价: ¥56 已售10

查看其它1个团购



Dense Feature



深度学习排序个性化

稀疏特征

- 1. 关键词：类目，意图
- 2. 本地化：城市，GeoHash
- 3. 时效性：
 - 不同品类消费时间不同
 - 不同地方生活习惯不同
- 4. 商家：类型，品类，品质
- 5. 个性化：实时行为，人群，偏好

User Profile Feature

年龄

常驻城市

婚姻状态

人群

职业

商家偏好

价格偏好

品类偏好

实时行为

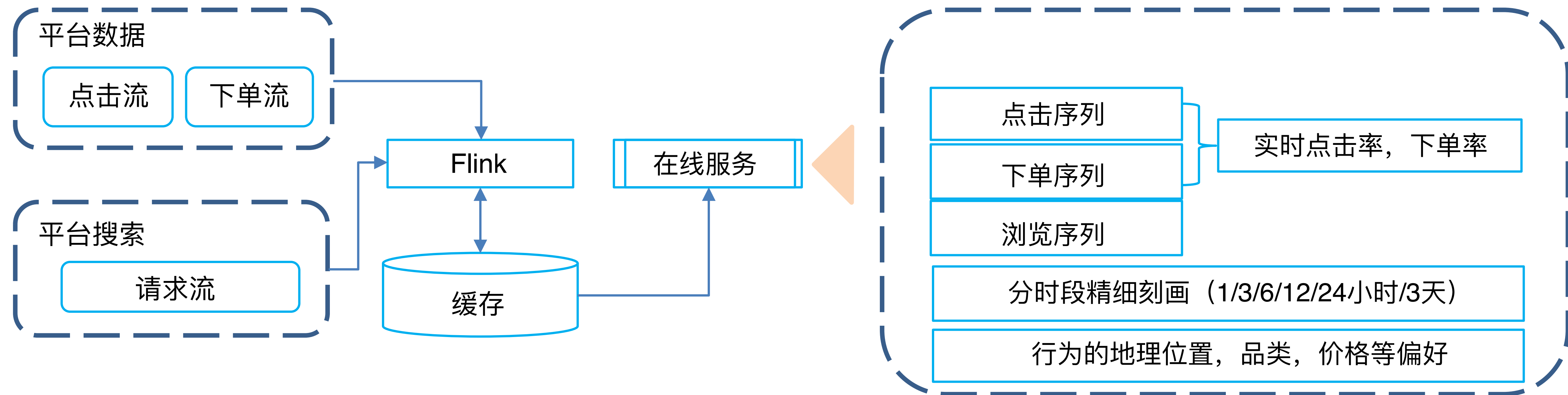
浏览了什么

搜索了什么

下单了什么

1小时/3小时/12小时/24小时/3天

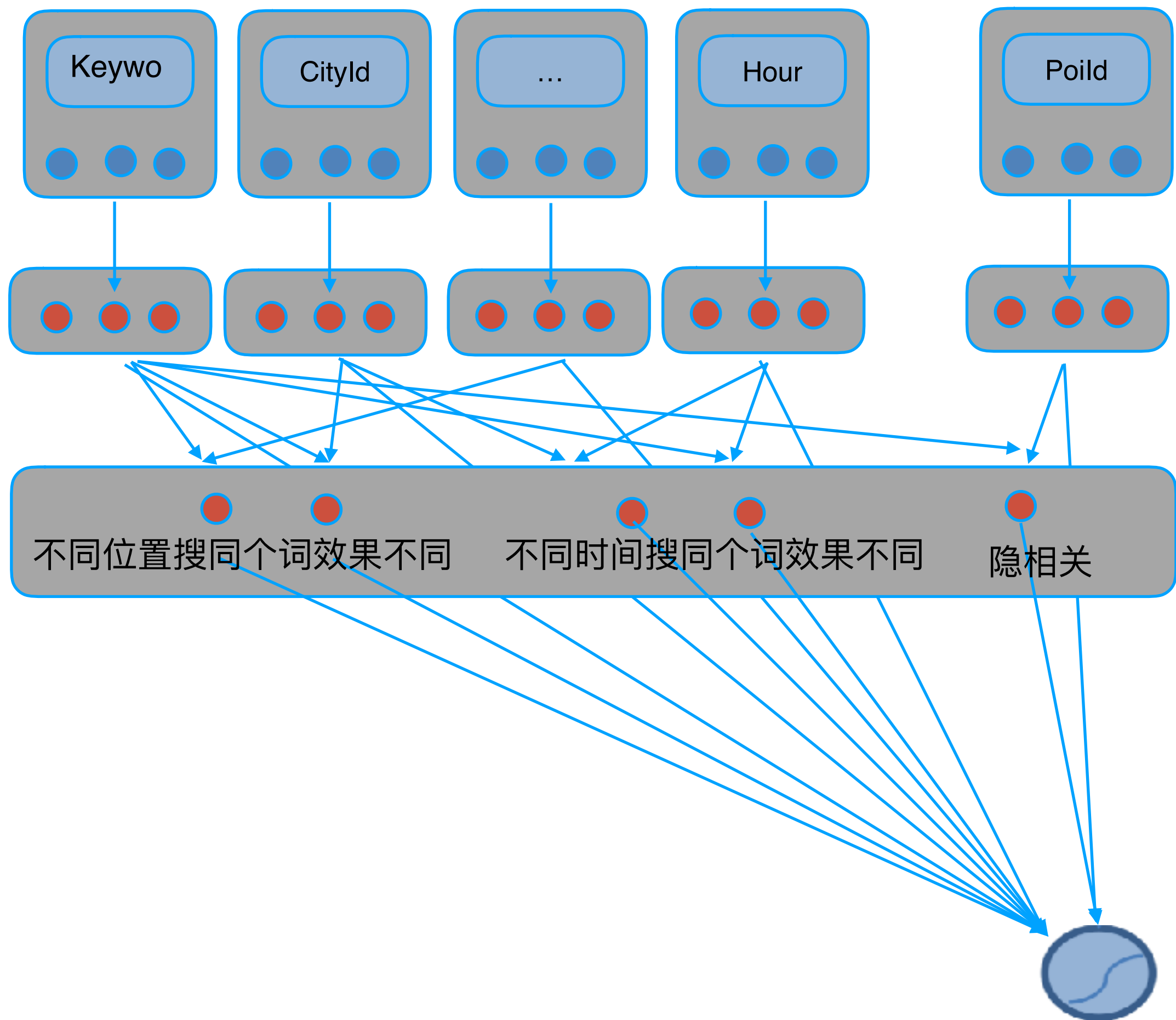
用户实时行为信息构建



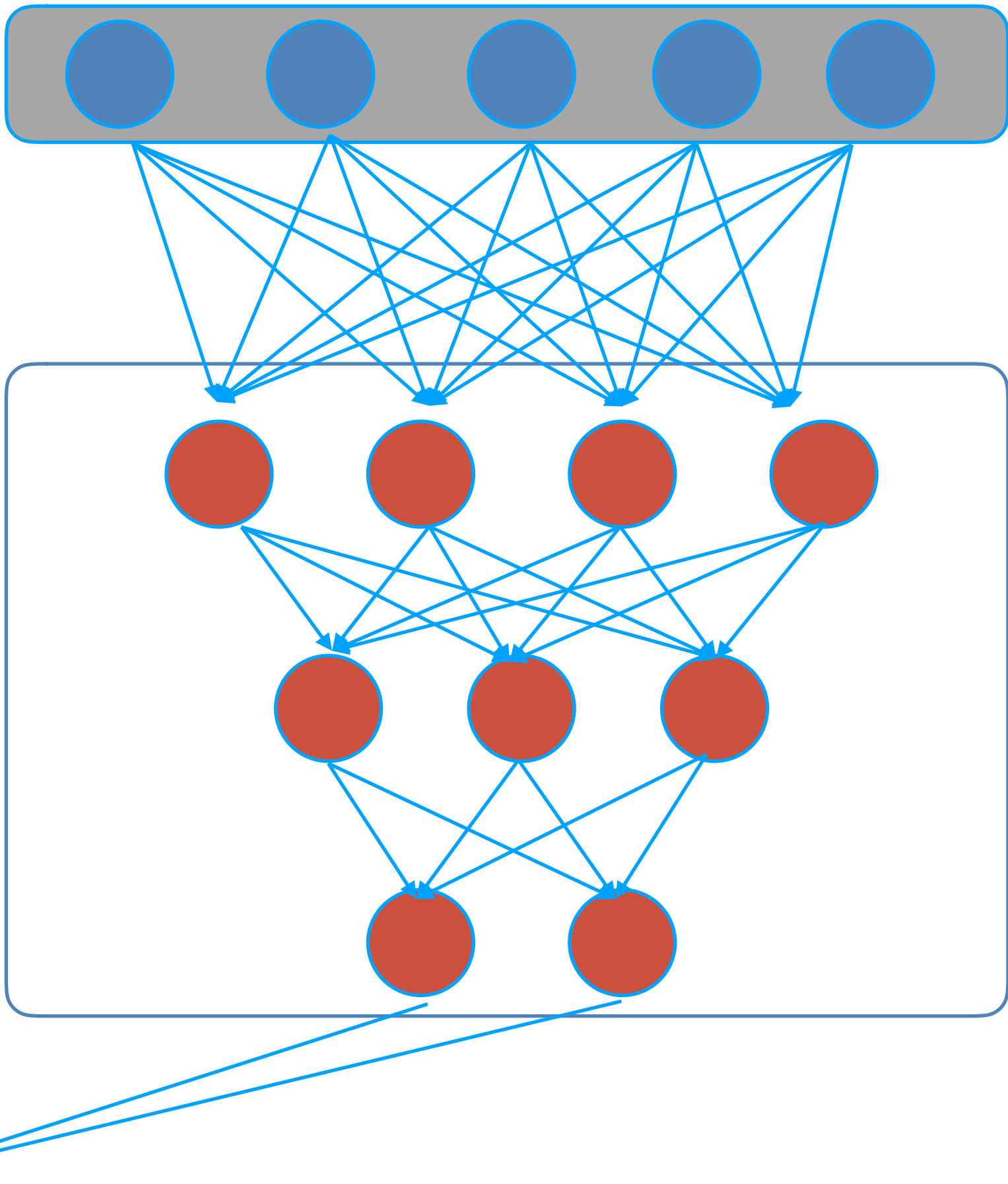
用户过去几小时内在美团APP上的浏览，点击，下单行为

深度学习排序—实时行为

Sparse Feature

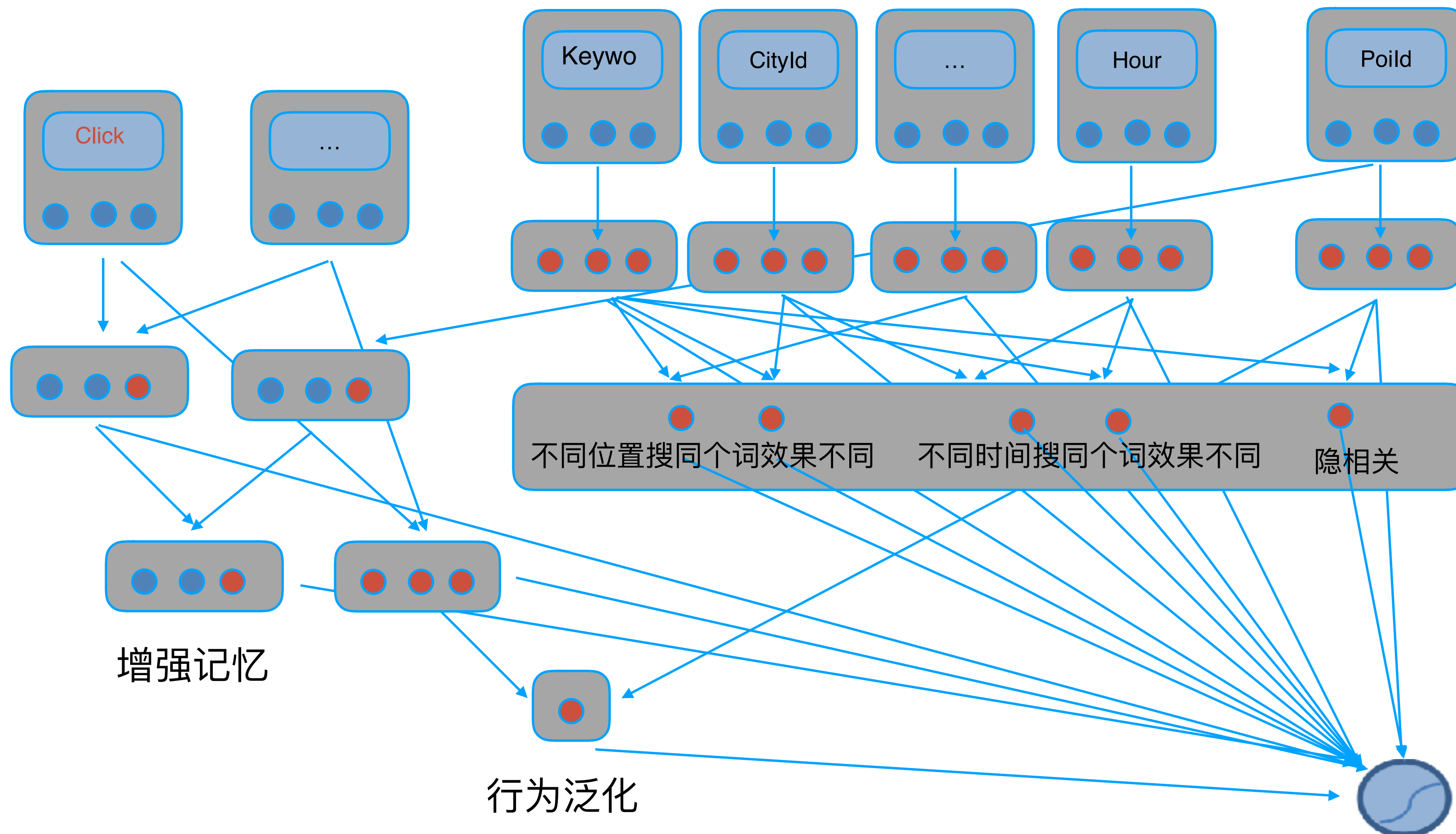


Dense Feature

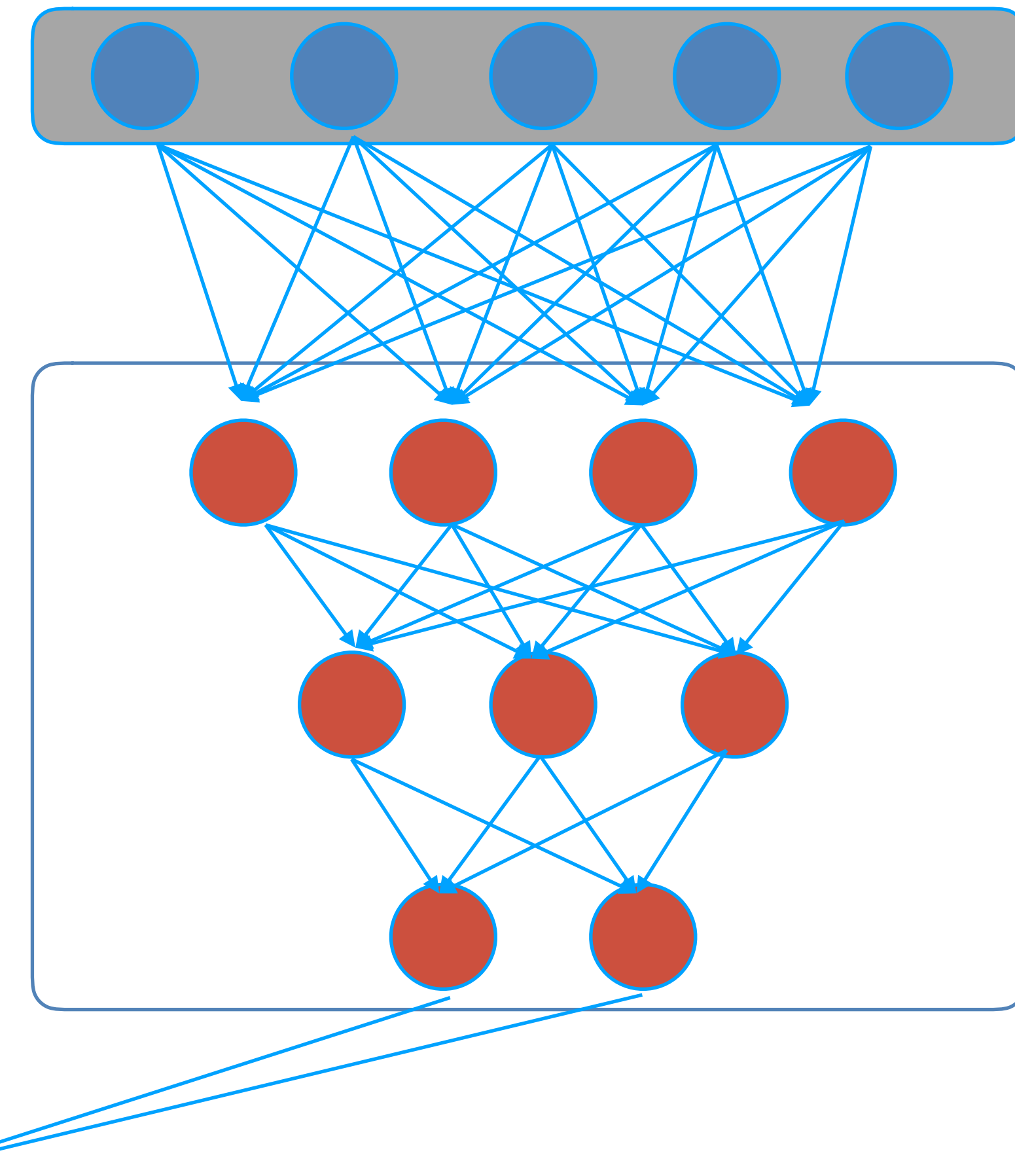


深度学习排序—实时行为

Sparse Feature

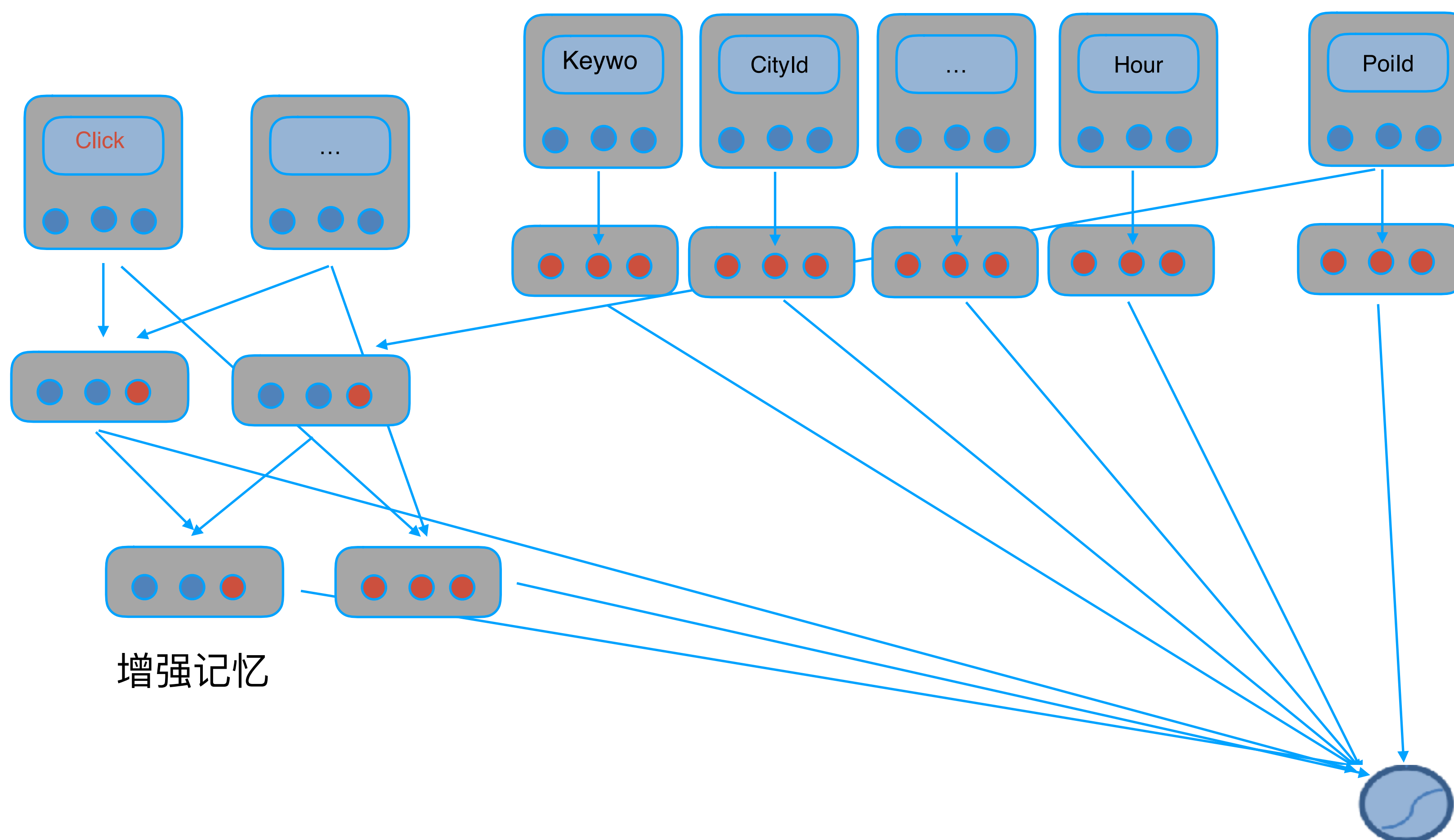


Dense Feature

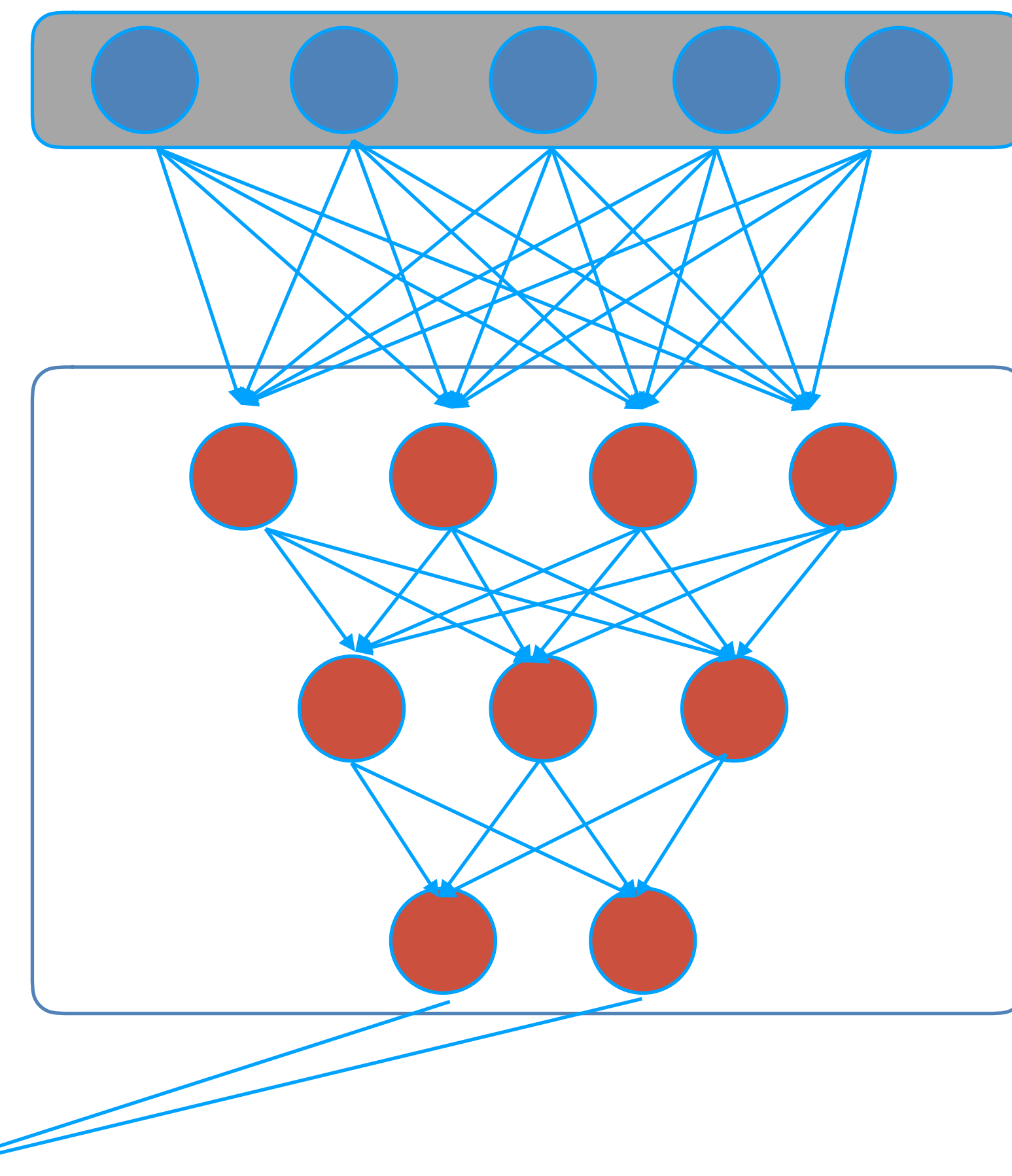


深度学习排序—高阶组合

Sparse Feature

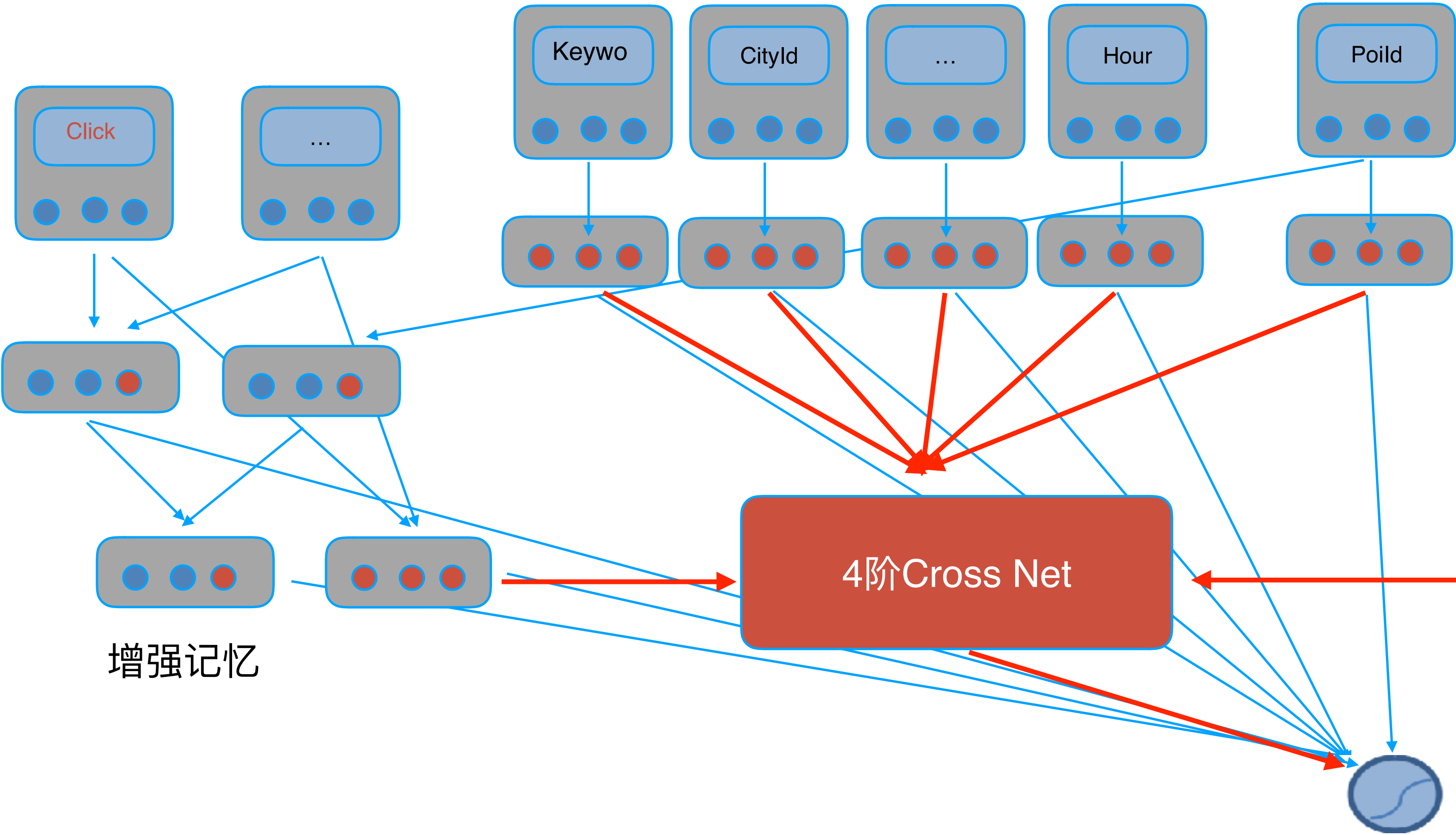


Dense Feature

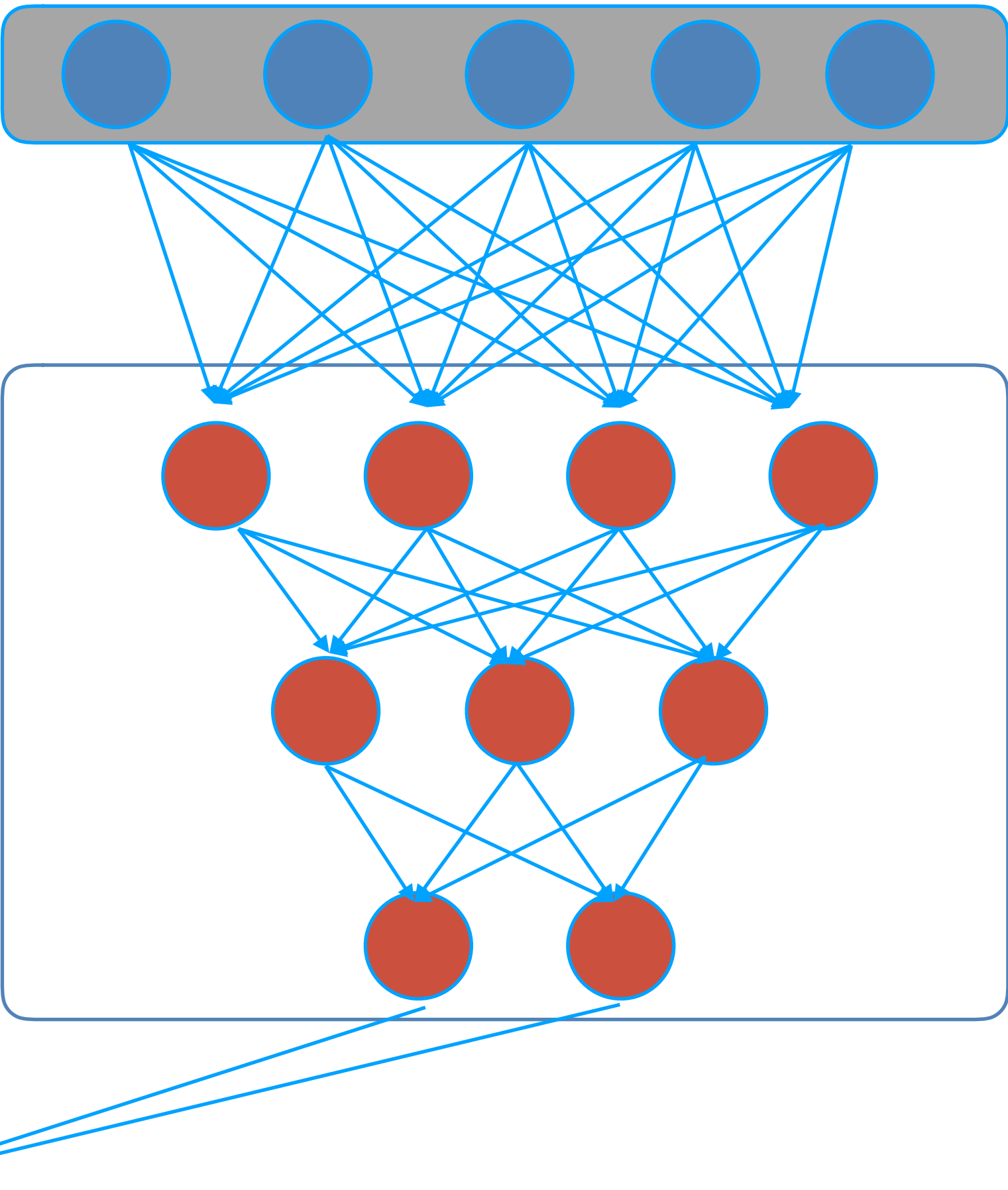


深度学习排序—高阶组合

Sparse Feature



Dense Feature



深度学习排序—实时化



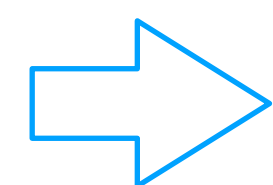
节假日

天气

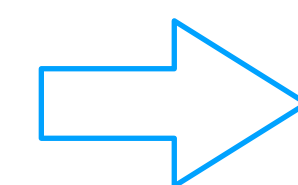
热点

商圈

$$y = f(\sum_i w_i x_i)$$



$$y = f(\sum_i w_i \tilde{x}_i)$$



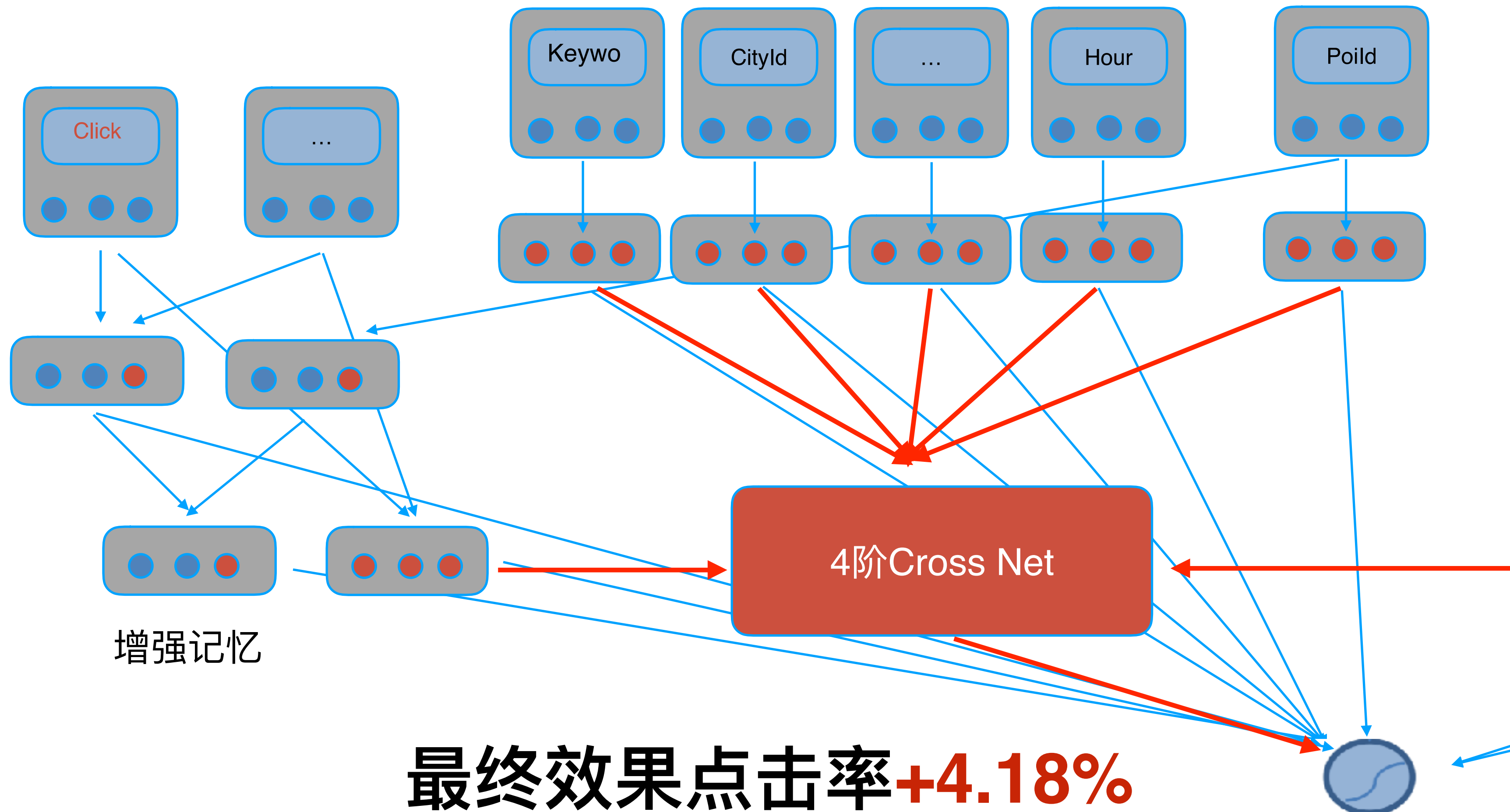
$$y = f(\sum_i \tilde{w}_i \tilde{x}_i)$$

实时特征

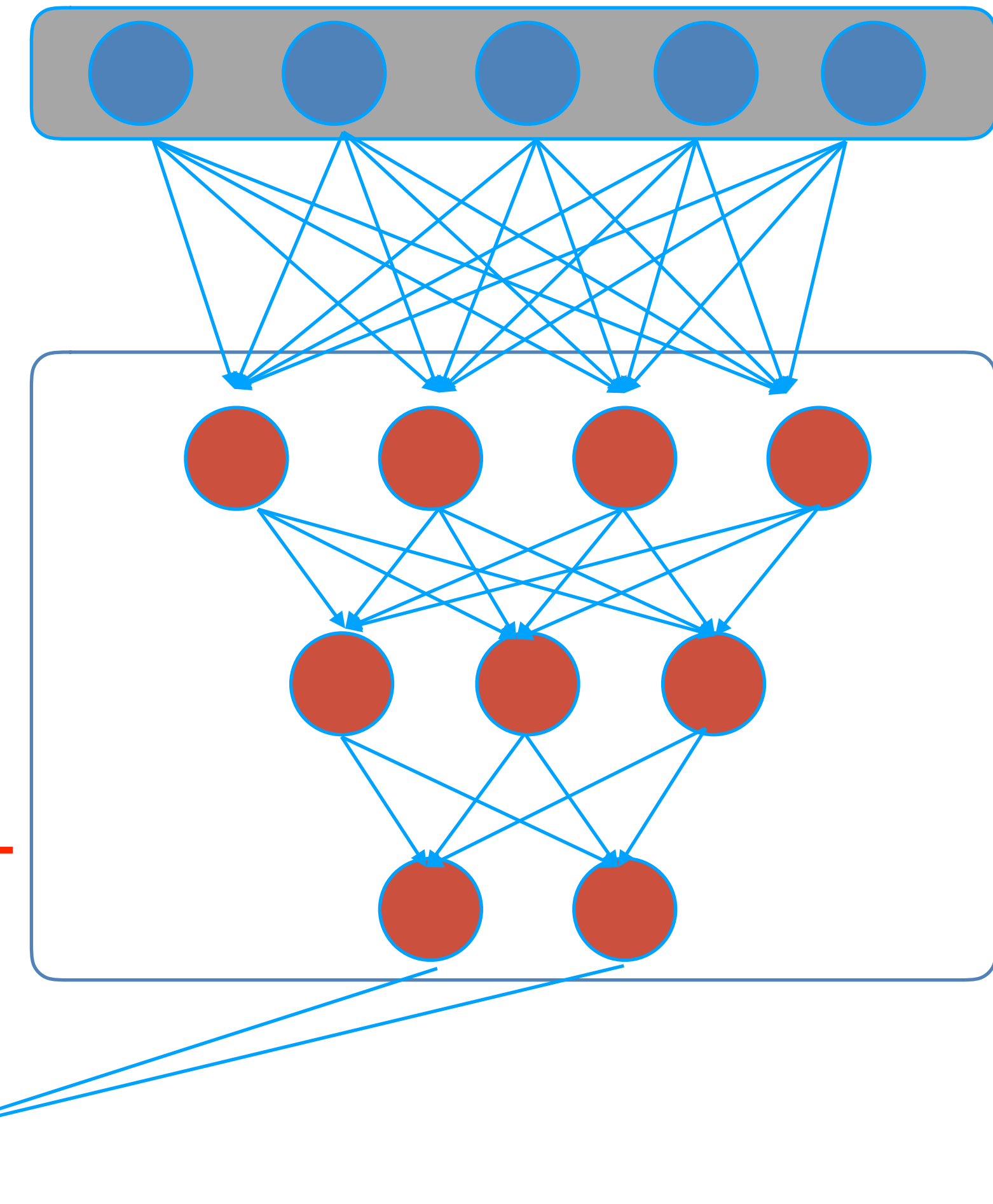
实时模型

深度学习排序—实时深度学习

Sparse Feature



Dense Feature



其他频道列表的网络设计

品类之间有本地化差异

吃麻辣烫，找个近点的地方就好了

吃火锅，环境服务好最重要，远点没事

距离与品类交叉

品类之间有时间上的差异

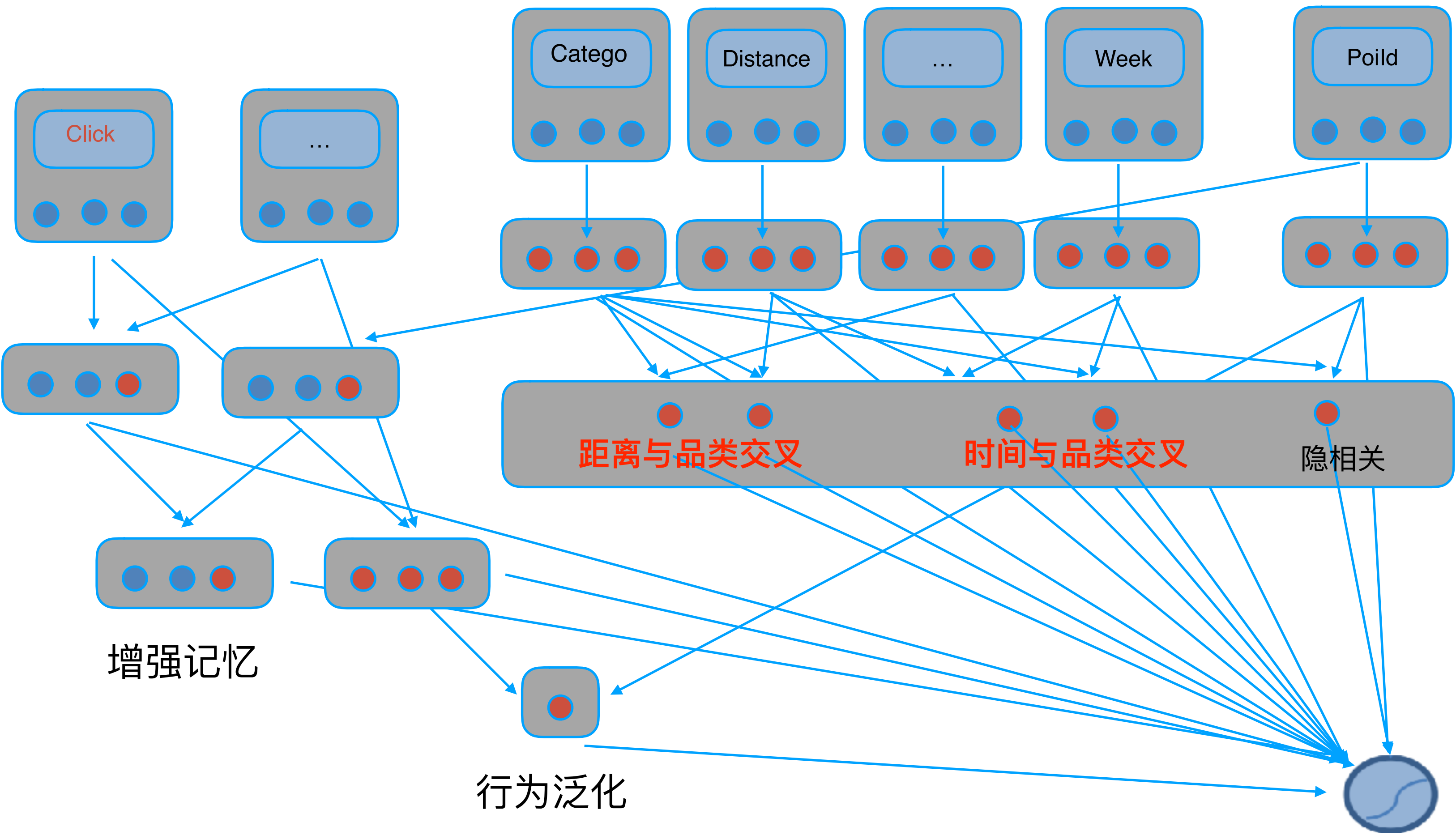
工作日吃快餐，赶工作进度

周末跟朋友一起吃日料，交流近况

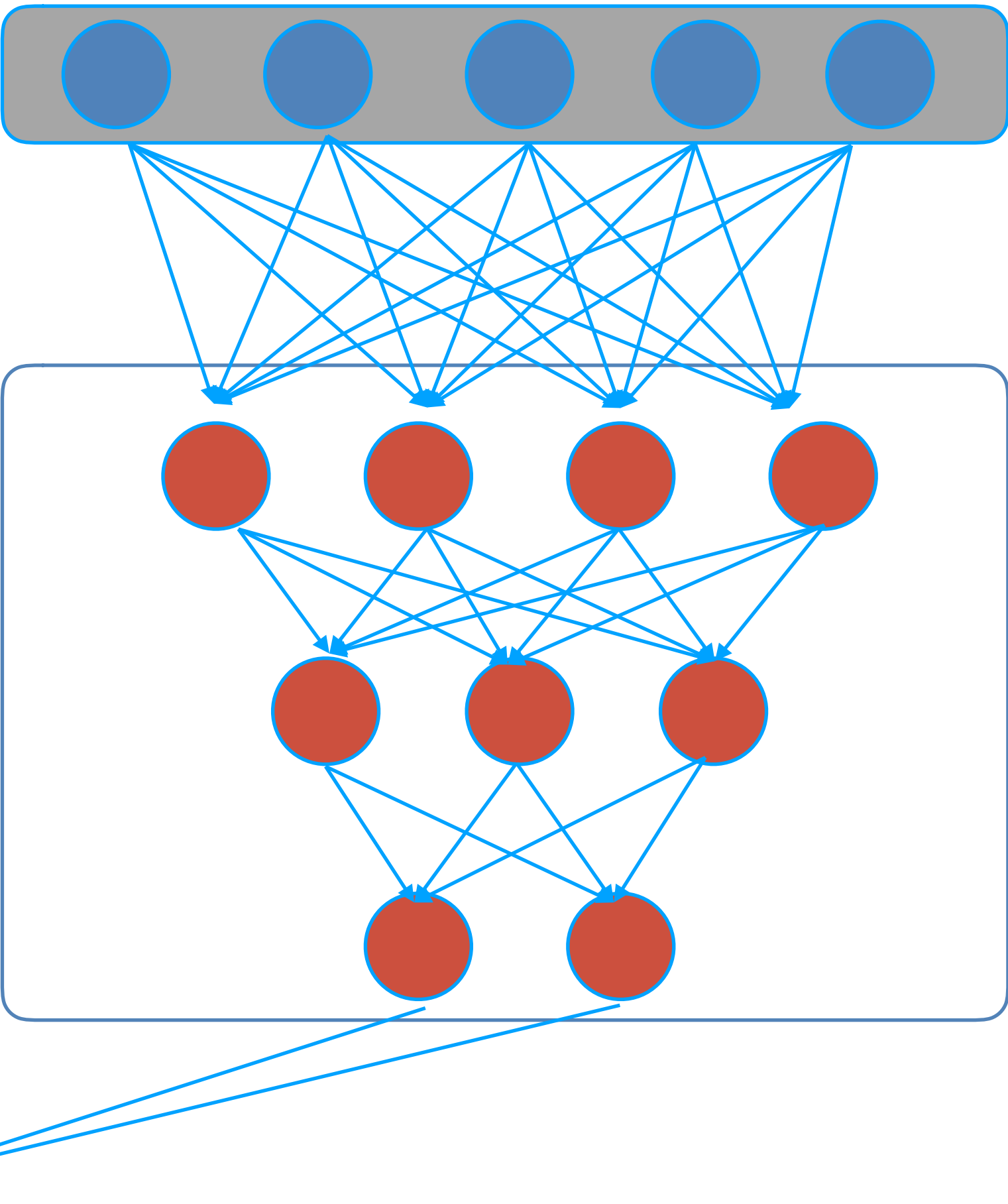
时间与品类交叉

其他频道列表的网络设计

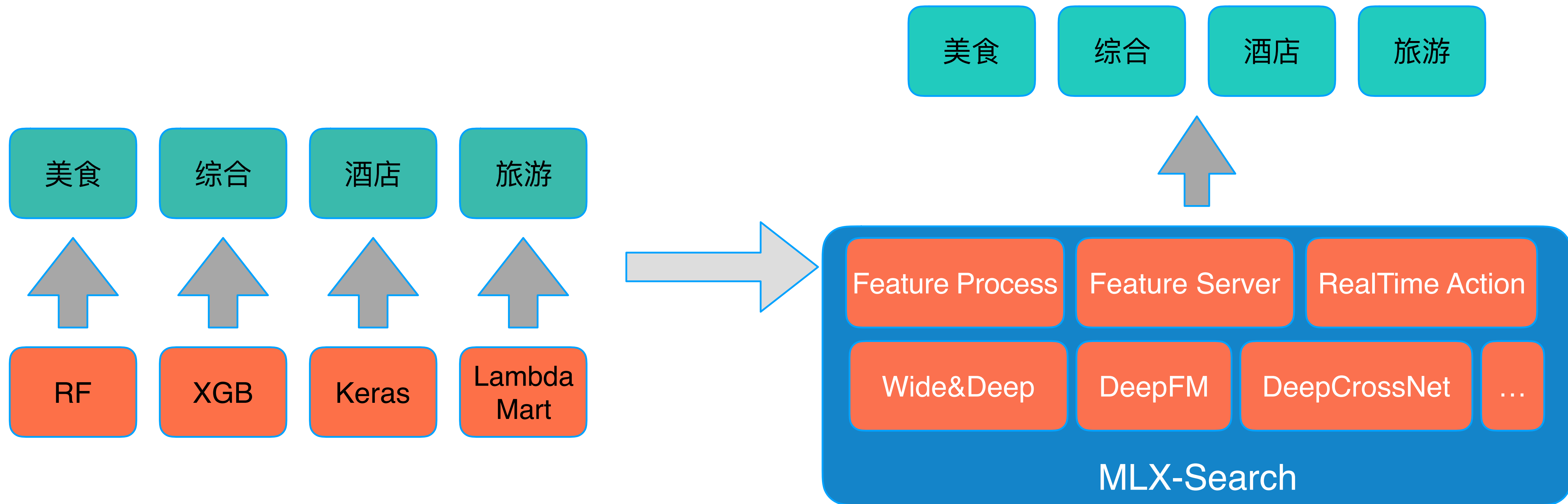
Sparse Feature



Dense Feature



深度学习排序—总结



排序考虑上下文



用户从上往下浏览是一个对比的过程

列表中每个商家是互相影响的



排序考虑上下文—RNN

Q 烤肉

全部分类 全城 智能排序

自助 炭火 海鲜 拌饭 自

金草帽炭火烤肉（望京店）

★★★★★ 4.1分

韩国菜 望京 2.1km

朋友聚餐 服务不错 情侣约会

买单

买单每满100减5

¥150

炭火烤肉双人餐，提供免费WiFi

门市价: ¥248 拼团购买仅需130元 已售1.3万

¥258

炭火烤肉4人餐，提供免费WiFi

门市价: ¥478 已售3898

查看其它2个团购

火石宫韩式水晶烤肉

★★★★★ 5.0分

韩国菜 望京 1.1km

朋友聚餐 服务不错 情侣约会

外卖

满40减30;满100减50

¥186

火石宫轻奢双人餐，包间免费

门市价: ¥323 已售49

¥98

100元特惠代金券1张，可叠加

门市价: ¥100 已售61

查看其它2个团购

熊家城·熊家烤肉（望京店）

★★★★★ 4.1分

韩国菜 望京 2.1km

朋友聚餐 环境优雅 请客吃饭 服务不错 情侣约会

买单

买单每满100减5

¥298

四人餐，提供免费WiFi

门市价: ¥616 已售1227

¥198

精品2人餐，有赠品

门市价: ¥360 已售341

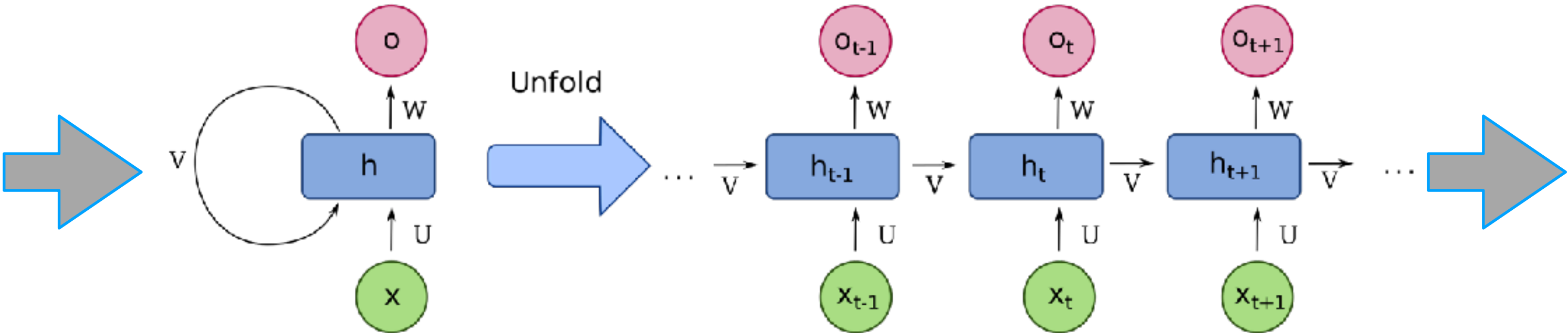
查看其它3个团购

1

2

3

RNN



排序序号+其他特征

Q 烤肉

全部分类 全城 智能排序

自助 炭火 海鲜 拌饭 自

熊家城·熊家烤肉（望京店）

★★★★★ 4.1分

韩国菜 望京 2.0km

朋友聚餐 环境优雅 请客吃饭 服务不错 情侣约会

买单

买单每满100减5

¥298

四人餐，提供免费WiFi

门市价: ¥616 已售1227

¥198

精品2人餐，有赠品

门市价: ¥360 已售341

查看其它3个团购

金草帽炭火烤肉（望京店）

★★★★★ 4.1分

韩国菜 望京 2.1km

朋友聚餐 服务不错 情侣约会

外卖

满40减30;满100减50

¥186

火石宫轻奢双人餐，包间免费

门市价: ¥323 已售49

¥98

100元特惠代金券1张，可叠加

门市价: ¥100 已售61

查看其它2个团购

火石宫韩式水晶烤肉

★★★★★ 5.0分

韩国菜 望京 1.2km

朋友聚餐 服务不错 情侣约会

外卖

满40减30;满100减50

¥186

火石宫轻奢双人餐，包间免费

门市价: ¥323 已售49

¥98

100元特惠代金券1张，可叠加

门市价: ¥100 已售61

查看其它2个团购

3

1

2

NN

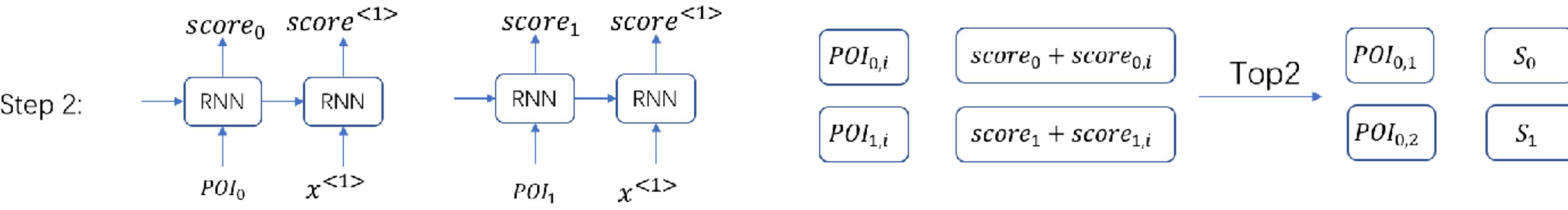
排序考虑上下文—序列生成

以RNN为预估模型，使用beam search (B = 2)进行序列生成

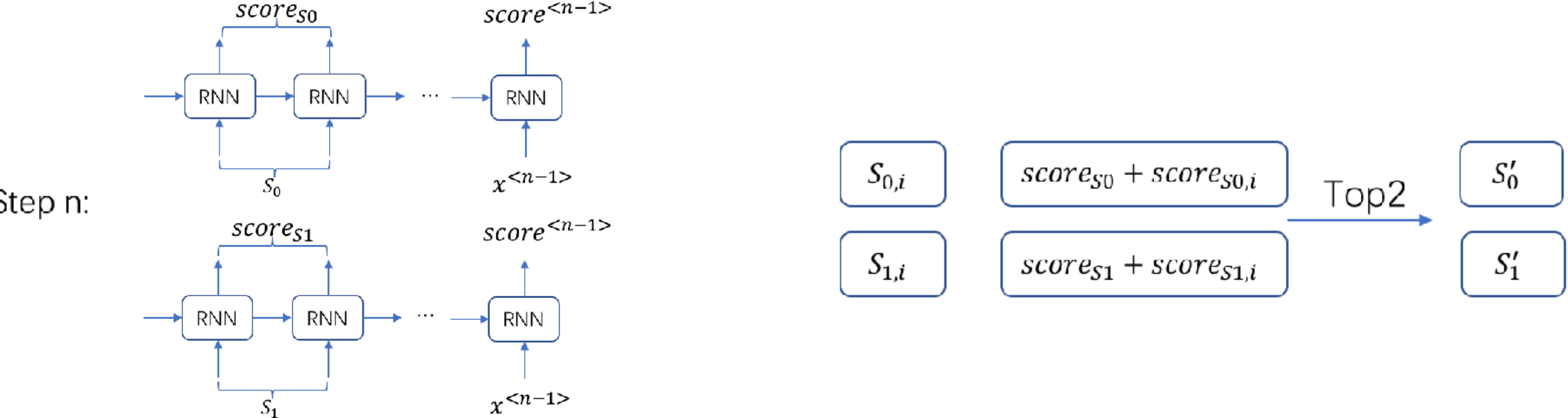
P(1 | 0)



P(2 | 1,0)



P(3 | 2,1,0)



智能召回

- 文本召回：成分分析

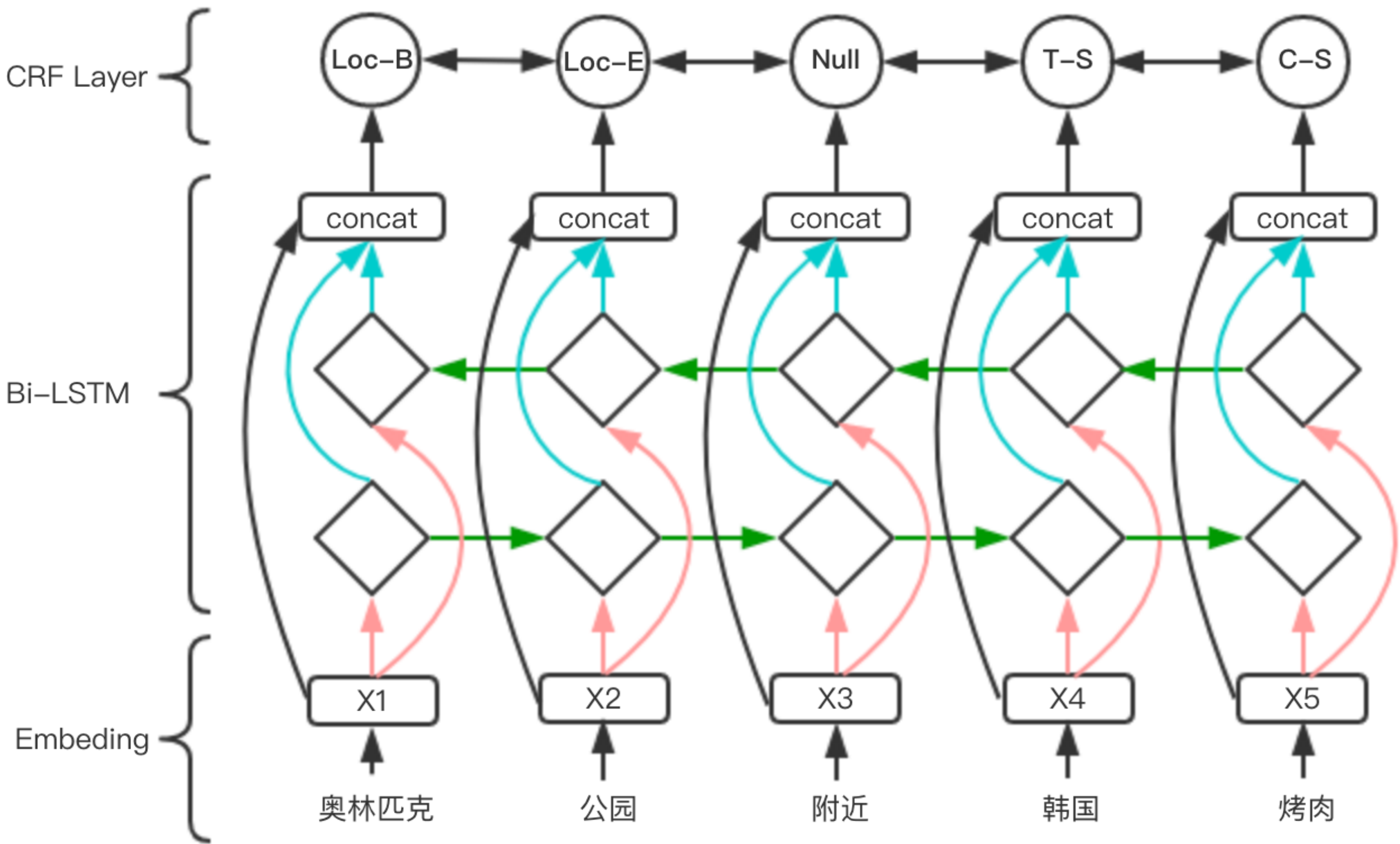
商家

地址

类目

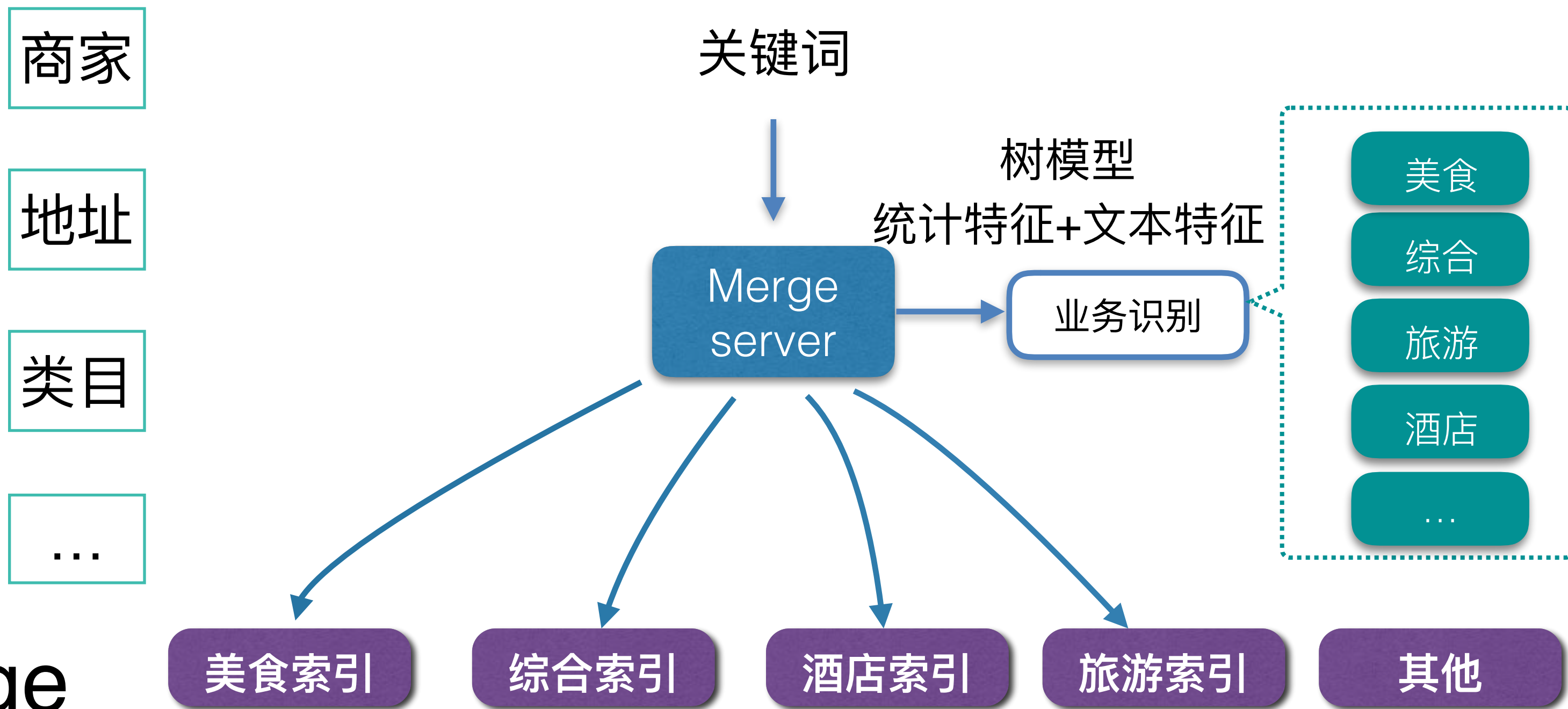
...

实体识别：LSTM+CRF



智能召回

- 文本召回：成分分析
- 业务召回：分索引，merge



智能召回

商家

地址

类目

...

- 文本召回：成分分析
- 业务召回：分索引，merge
- 距离召回：本地化
过滤掉比较远的商家



智能召回

商家

地址

类目

...



关键词

实际需求

语义Gap

减肥餐

(低油, 低盐, 轻食, 蔬菜, 水果...)

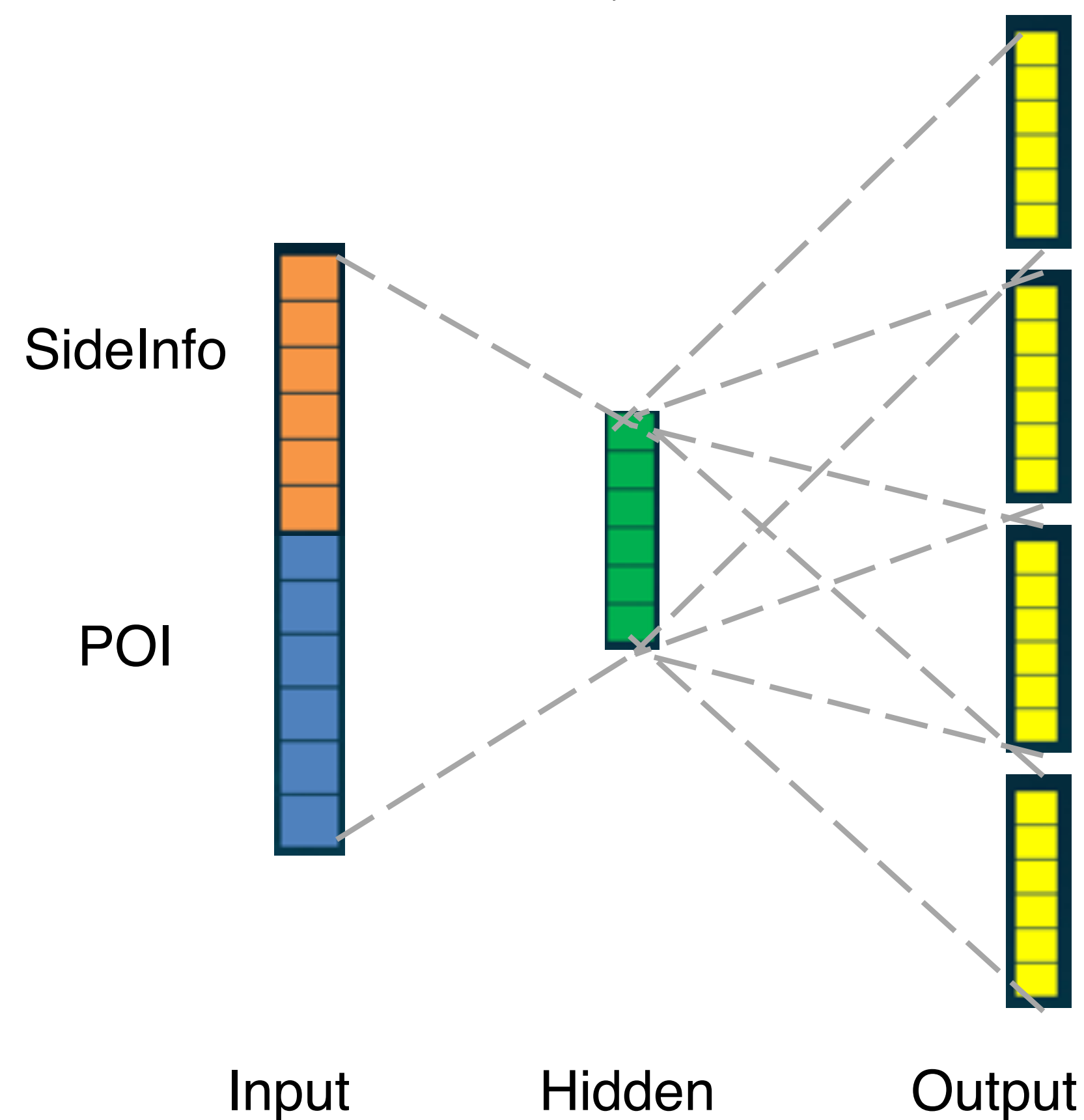
- 文本召回: 成分分析

- 业务召回: 分索引, merge

- 距离召回: 本地化
过滤掉比较远的商家

- 向量化召回

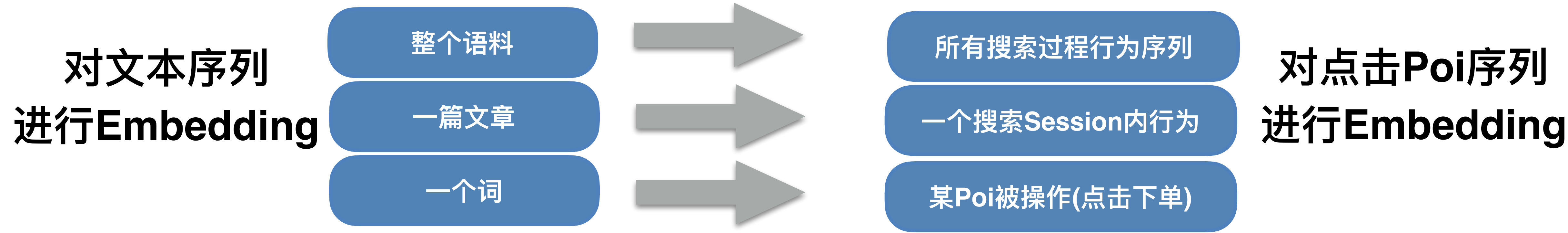
智能匹配—Word2Vec文本



对Poi文本(名称、评论等)进行词向量计算
Query/Poi Embedding通过词向量算平均得到

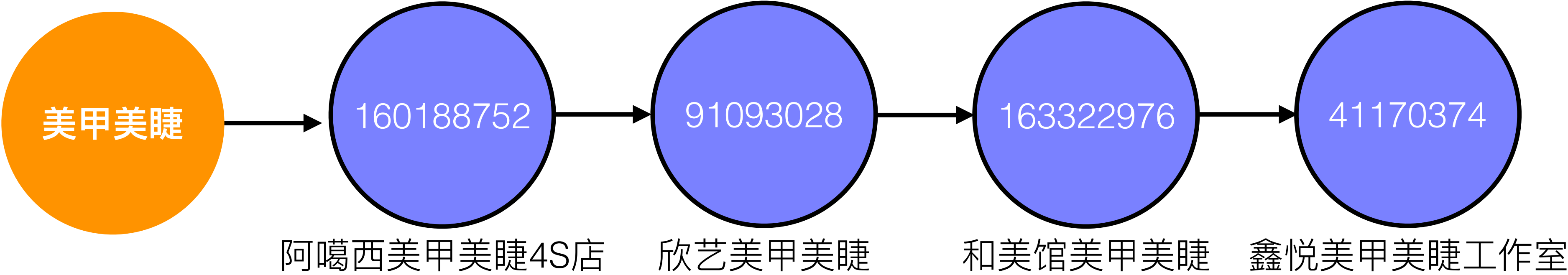
智能匹配—Word2Vec行为

Word2Vec: 对一个序列数据的每个数据进行Embedding, 序列局部数据较强关联



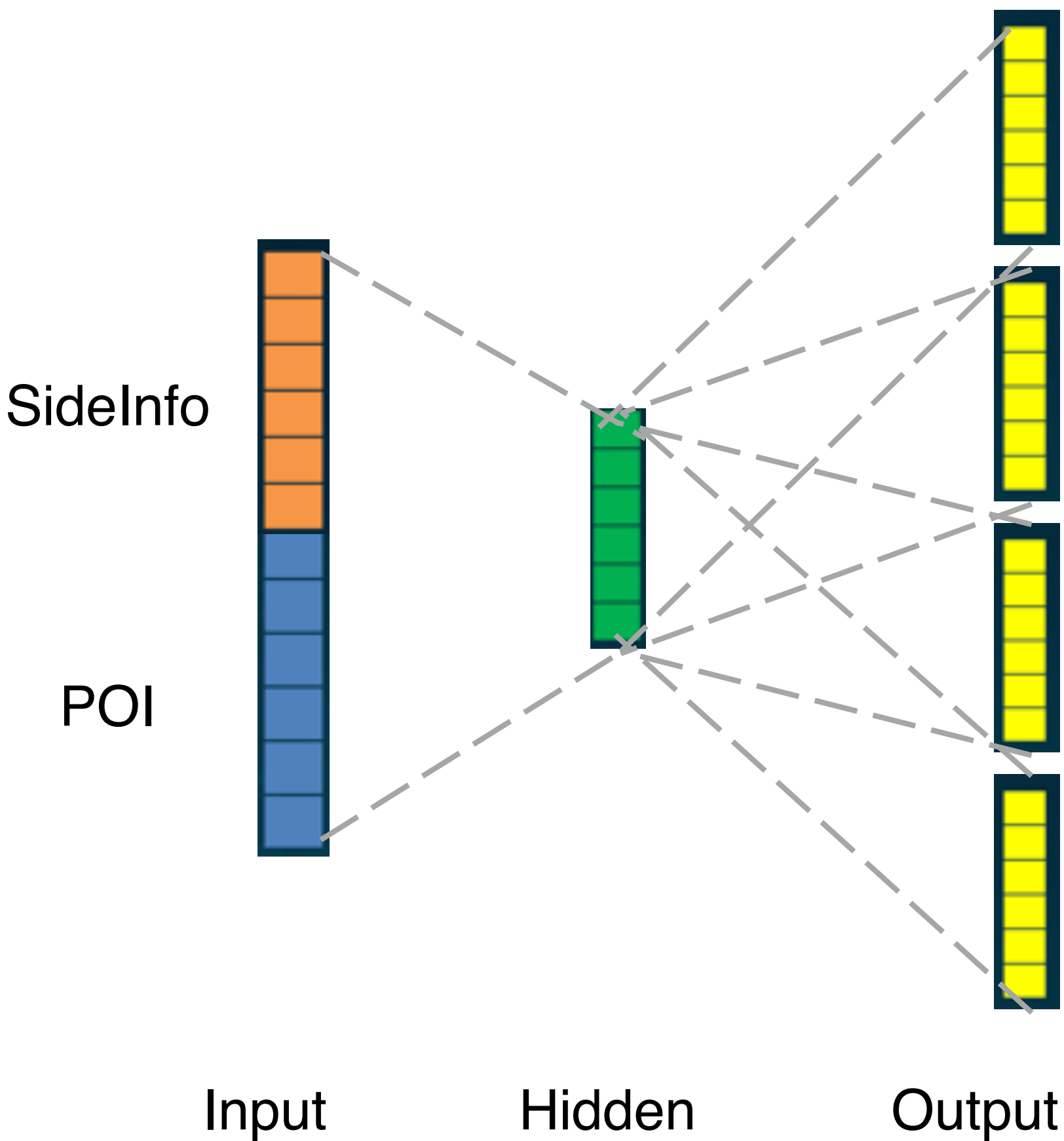
★Poi Embedding

★Query Embedding



直接对Query进行Embedding

智能匹配—序列构建



一个用户搜索Session内点击过的Poi序列



用户一段时间内点击过的Poi序列



Query+GeoHash对应的Poi订单大小序列

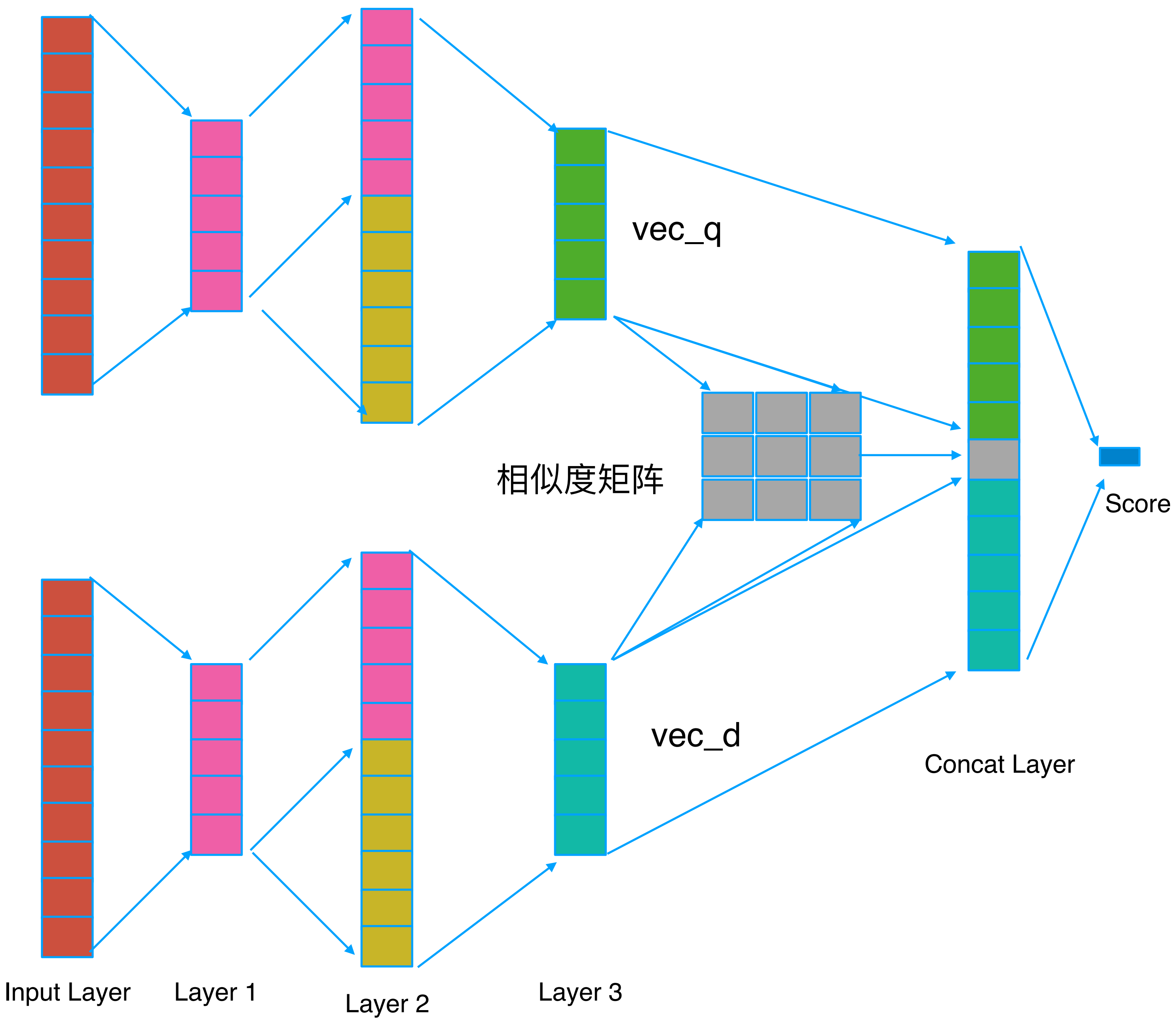
智能匹配—DSSM

Input Layer: 文本

样本label: 用户点击行为

Query

Doc



智能匹配—ClickNet

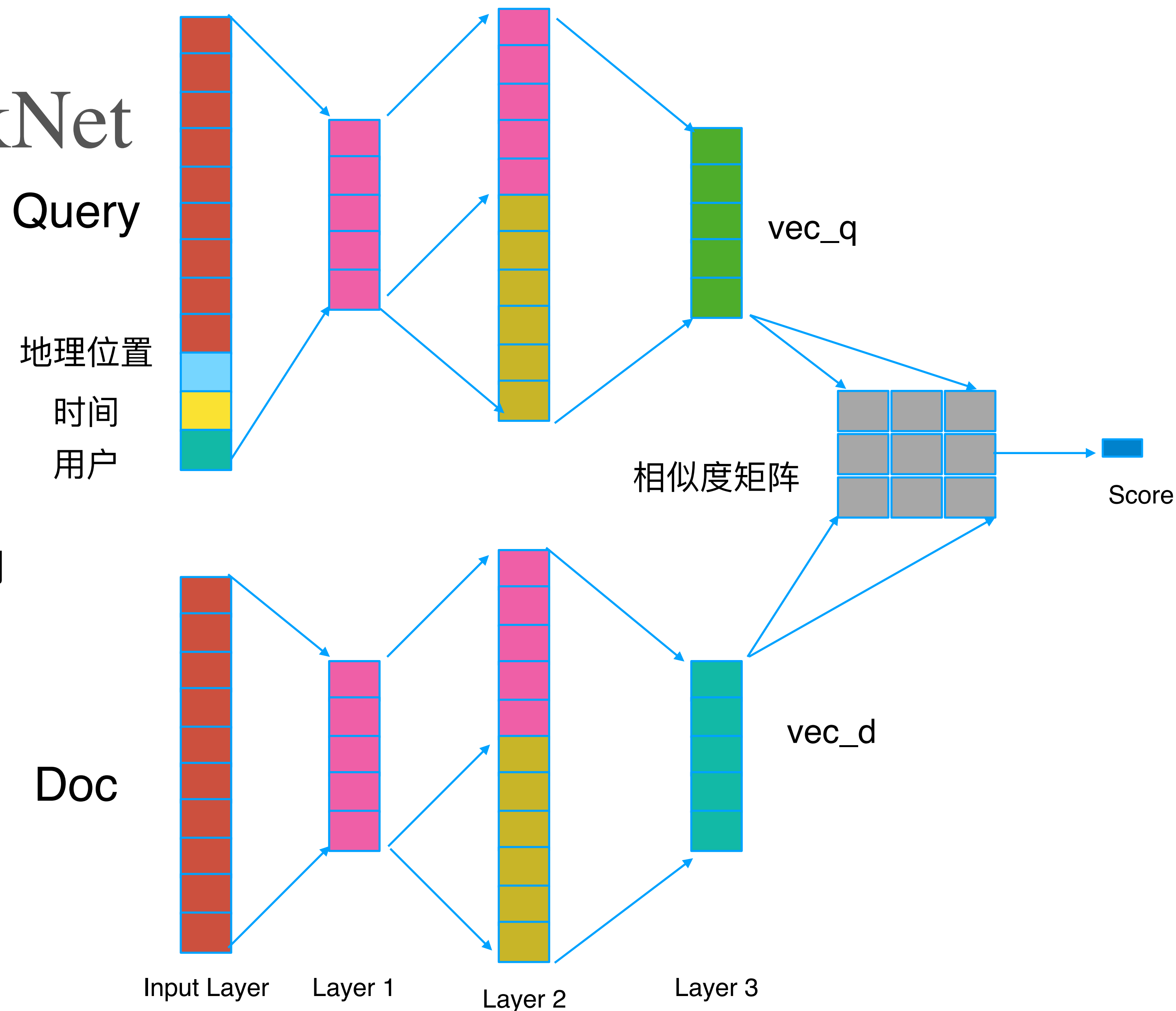
Input Layer:

文本, 地理位置, 时间, 用户

样本label:

文本召回的都为正样本, 权重不同
随机采出负样本

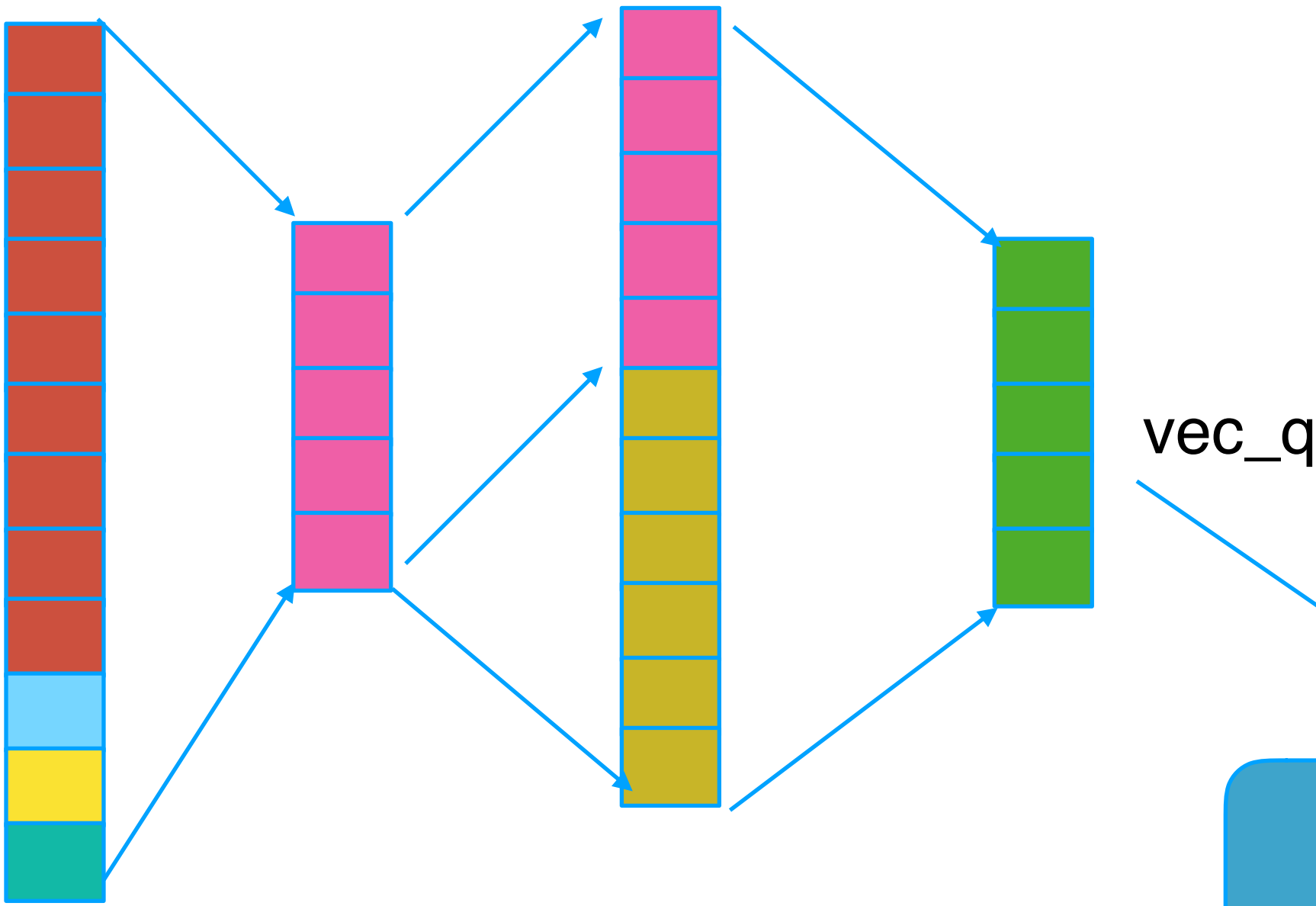
召回率提升: 18% -> 25%



智能匹配—ANN

online

Query



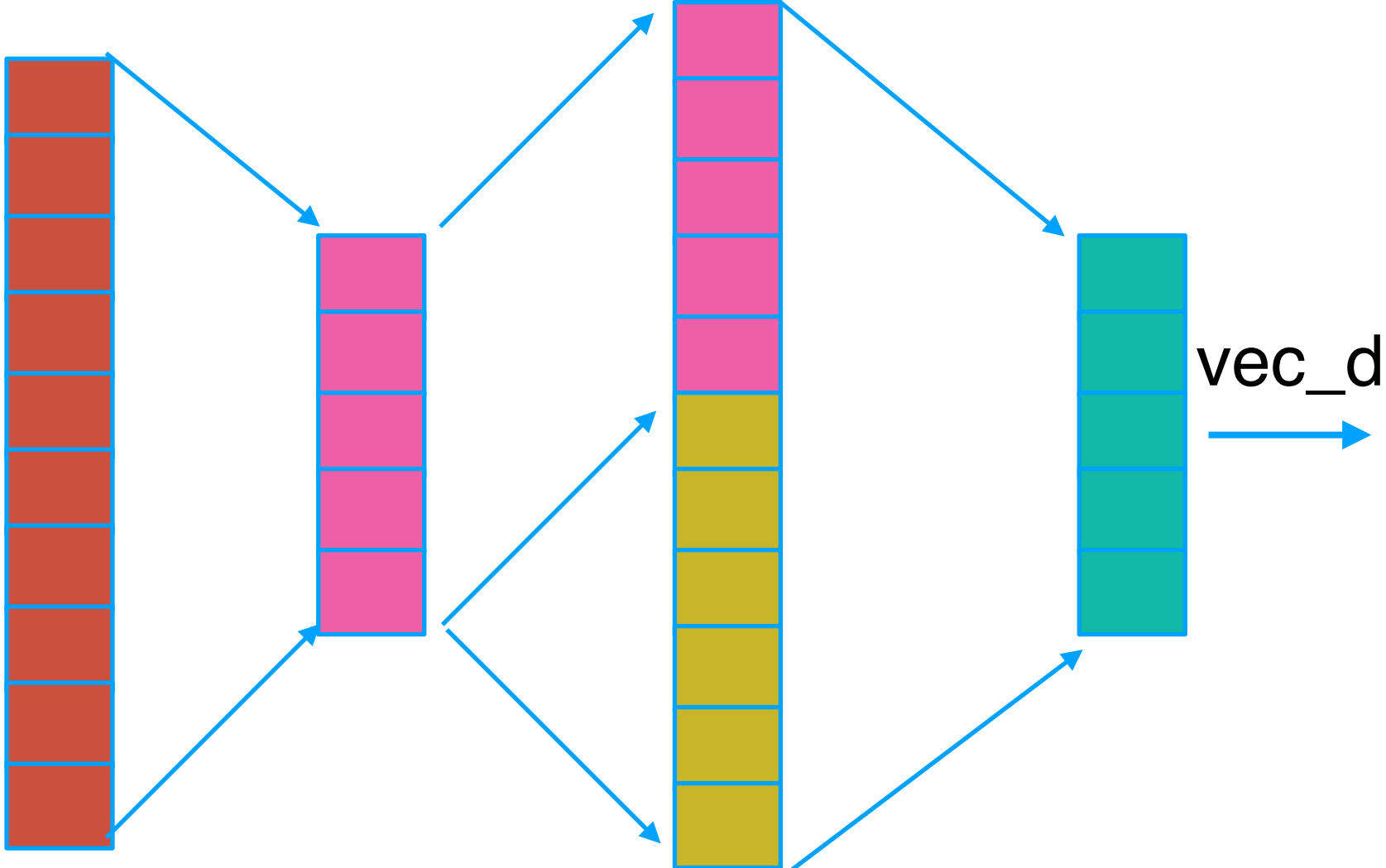
ANN

(KD-Tree, LSH)

点击率提升: 1.63%

offline

Doc



索引

Input Layer Layer 1 Layer 2 Layer 3

正在进行的探索

- 多业务混排：强化学习

CEM(Cross Entropy Method)：蒙特卡洛方法，进化思想

- 场景化搜索

场景自动发现，场景理解

- 意图识别：BERT

成分识别：85% -> 90%

业务识别：90% -> 96%

谢谢