

为什么要在游戏中推荐好友？

游戏朋友之间的互动可以提高用户活跃和付费表现。在海量用户中，为用户推荐什么样的人才能增加好友互动呢？潜在的好友可能是下面几类人，

1. 可能认识的人 真实世界的线下熟人或其他游戏的线上熟人,有互动的基础。
2. 志同道合的人 相同的玩法偏好,相似的付费能力，共同语言，有互动的动机。

所以，游戏好友推荐就是为每个用户找到上面两类人（预测空间），然后科学的对潜在好友排序，使得用户添加好友的可能性最大化。

基于机器学习的好友推荐方案

1. 预测空间：对每个用户，计算可能认识的人（二度好友）与志同道合的人（LSH），过滤掉已成对的好友，得到潜在好友集合F。
2. 标签：在t时刻，得到F；观察t+1时刻时，F中成为好友设置为1，否则设置为0。
3. 训练：得到用户基础信息和基于网络拓扑结构抽取特征，进行训练与交叉验证，调整线下模型。
4. 预测：与预测空间的逻辑一致，得到预测数据，并预测后续可能成对情况。
5. 效果验证：通过MAP，召回等手段线上验证，并进行A/B test。

好友推荐模型评估

- 精度 P,AP,MAP

$$P(k) = \begin{cases} 0, & \text{第}k\text{个位置没有命中} \\ \frac{h}{k}, & \text{第}k\text{个位置命中，}h\text{是前}k\text{个位置的命中数} \end{cases}$$

$$AP = \sum_{i=1}^n P(k) / \min(m, n), m \text{ 是所有好友数，} n \text{ 是预测的好友数。} m \text{ 是新增用户数，如果} m \text{ 为负数，这个用户的} AP=0。$$

$$MAP = \sum_{i=1}^N AP_i / N, AP \text{ 是每个用户的指标，} MAP \text{ 是} AP \text{ 的均值。}$$

- Top n准确率 预测到正确的好友/提供的用户数

- 召回：预测到正确的好友/真实添加的好友数

- 二元分类器评估指标

- 召回率/准确率
- f值
- AUC/ROC
- Mean Squared Error: $\frac{1}{n} \sum (l - p)^2$

好友推荐对社交关系结构评估

- 网络拓扑结构

- 图直径
- 图的组成：孤立点，小社群和巨片参数（参考雅虎论文(2006)Structure and Evolution of Online Social Networks）
 - 孤立点数量
 - 小社群数量，平局成员数，星形结构数量
 - 巨片点数
- 度分布：均值，方差等
- 网络弹性，计算方法参考fanky之前总结的资料。
- 小世界结构
 - 平均距离：是否有缩短
 - 平均聚集系数是否增加，任意点*i*的聚集系数可表示为 $C(i) = \frac{2|\{e_{jk}: e_{jk} \in E, v_j, v_k \in N(v_i)\}|}{k_i(k_i-1)}$
- 游戏表现
 - 活跃时长
 - 付费金额
 - 好友互动次数和频率