

G-S 模型下的双边推荐算法

刘建明¹, 顾 凯², 徐翔宇¹

(1 桂林电子科技大学 计算机科学与工程学院, 广西 桂林 541004;

2 桂林电子科技大学 电子工程与自动化学院, 广西 桂林 541004)

摘 要: 针对推荐算法忽视供应商偏好, 引入 Pareto 最优的概念, 提出一种改进的双边推荐算法. 首先比对消费者要求和供应商属性, 得出消费者对各个供应商的满意度; 其次比对供应商要求和消费者信用属性, 得到供应商对潜在消费者的满意度; 最后消费者的满意值作为 G-S 算法的输入项, 得到消费者、供应商的匹配结果. 仿真结果表明, 算法提高双方的满意度.

关键词: 推荐算法; 满意值; Pareto 最优; G-S 算法

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000—7180(2016)04—0117—04

Two-Side Drecommendation Algorithm on G-S Model

LIU Jian-ming¹, GU Kai², XU Xiang-yu¹

(1 School of Computer Science and Engineering, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China; 2 School of Electronic Engineering and Automation, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: The absence of supplies' interest is existed in recommendation algorithm, to address the issue in this paper Pareto Optimality is introduced and a modified two-sided algorithm is proposed. Firstly, it compares consumers' demand and suppliers' properties, then infers the consumers' satisfaction. Secondly, it compares suppliers' demand and consumers' credit, then make sure the supplies' satisfaction. The improved the G-S algorithm for consumers and sellers provides appropriate match according the consumers' satisfy. Experiments show that the algorithm has high satisfy.

Key words: recommendation algorithm; satisfy; pareto principle; G-S algorithm

1 引言

随着互联网的发展, 推荐系统已经广泛应用在电子商务系统中, 它为消费者找到较为准确的购买目标, 大大提升了供应商的销售额^[1]. 互联网强调参与双方的平等性、个性化, 以互联网金融为例, 出资方和受资者双方都有偏好, 出资方关心投资的回报率、回报周期、产品的前景、甚至还关注投资对象的企业文化、理念等. 同时受资方小企业、艺术家对投资者也有要求, 要求内容包括投资者的年薪、本身持

有的金融资本, 对于单位投资者要求社会保障基金、企业年金等养老基金, 慈善基金等社会公益基金, 以及按照金融监管部门要求设立或备案的投资计划^[2], 可见双向选择的重要性.

随着消费者、供应商的快速增加, 用户-项目评分矩阵的数据严重稀疏, 推荐算法出现推荐准确率低的问题^[3], 为提高算法的准确性, 学者们提出了各种改进的方法, 其中包括利用评分均值填充的算法, 文献^[4]提出基于项目评分预测的推荐算法, 文献^[5]提出了一种信任度传播的评分填充算法, 文献

收稿日期: 2015—07—09; 修回日期: 2015—09—04

基金项目: 国家自然科学基金(61262074); 广西可信软件重点实验室开放课题(kx201101); 广西高校优秀人才资助计划(桂教人 201065); 广西自然科学基金(2012GXNSFCA053009); 广西信息科学实验中心项目资助; 桂林电子科技大学计算机软件创新团队资助

[6]提出一种基于用户评分差异的推荐算法.

推荐系统一方面帮助消费者搜寻到对自己有用的信息,另一方面帮助供应商找到目标受众并将信息推送到目标用户面前.目前的推荐算法都集中在提高消费者的满意度,而忽视了交易的另一方——供应商的满意度.为解决忽视供应商利益的问题,引入 Pareto 最优的概念,在电子商务平台上, Pareto 最优状态要求同时考虑消费者和供应商的满意值. G-S 算法能求 Pareto 最优解,其最早出现在 Shapley 的基础理论研究^[7],后来 Roth 将其应用于市场实践^[8]. G-S 算法是针对双方数量相同的情况,因此提出一种改进的 G-S 算法来解决电子商务中消费者的数量要远大于供应商的问题.

2 偏好模型

交易是消费者和供应商双方作用的结果,一个满意的交易应该包括双方共同满意. 消费者偏好分为硬约束和软约束,硬约束指用户特别在意的内容,不满足该条件则用户不予以考虑;软约束则是指在一定的范围内都可以接受的条件. 软约束有越大越好型和越少越好型,比如项目的配置和价格,硬约束则包括产品品牌. 供应商在意的内容应该包括消费者的评价记录等.

交易匹配应该分为消费者和供应商两个偏好部分,模型如图 1 所示.

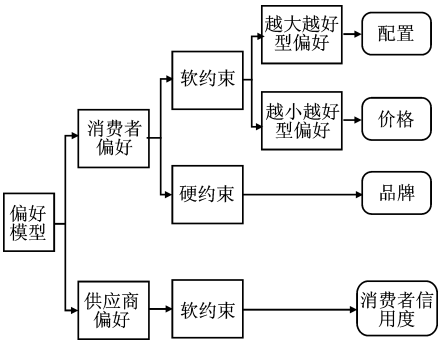


图 1 偏好模型

3 G-S 算法

G-S 算法应用在双边匹配市场中,照顾到参与双方的利益,在理论和实践中被验证具有稳定性.

G-S 的流程用如下语言表示:

While 消费者集合 B 中存在消费者 b_i

在 b_i 还未发申请的供应商中选择满意值 b_{igf} 最高的一个供应商 s_j 发出意向

If s_j 未收到项目申请 or 意向个数小于库存 Then

b_i 与 s_j 结合组成 (b_i, s_j)

Else // s_j 已经与 b_k 组成组合 (b_k, s_j)

If $g(s_j, b_k) > g(s_j, b_i)$ // s_j 更喜欢 b_k

Then

b_i 进去下一轮循环

Else b_i 与 s_j 组成组合 (b_i, s_j)

b_k 变成被拒绝者,进入下一轮循环

// 供应商 s_j 更喜欢消费者 b_i

End if

End if

End while

最终返回的配对集合矩阵 S 是一个稳定的匹配.

4 在改进的 G-S 框架下双边算法的实现

4.1 双边算法的实现步骤

传统推荐算法忽略供应商的偏好,受双边算法的启发,利用改进的 G-S 算法解决此问题. 假设有 m 个消费者、 n 个供应商,项目有 f 个属性. 推荐算法在 G-S 框架下实现的具体步骤如下:

(1) 消费者给出相关偏好 r_b ,并根据项目属性 p_s 计算适合值 b_{ijgf} ,加入消费者对属性的权限值 w_{if} ,得出满意值 b_{ijg} ,系统按满意值高低依次向供应商发出意向.

(2) 根据供应商要求 r_s 和消费者属性 p_b 计算 S_{ji} ,加入购买数量计算总满意度 G_{ji} . 供应商对有意向的买家进行排序得到矩阵 O . 若卖家有库存则预留消费者;若无库存,则拒绝排序最靠后的买方,被拒绝的买方向下一个志愿发出意向.

(3) 依次类推,直至向所有的买方都发出意向,一轮匹配结束.

(4) 下一轮循环开始,直至完成所有匹配或达到规定的循环次数.

4.2 消费者满意值

软约束条件指的是在一定的范围内都可以接受的条件,通过计算满意值和满意度判定偏好程度. 而软约束有越大越好型和越少越好型,比如项目的配置和价格. 消费者对项目属性可分以下几种.

(1) 越大越好型. 消费者选择项目时希望项目的配置、质量越高越好. 引入适合值函数 b_{ijgf} 表示消费者 i 对于供应商 j 的项目 g 的属性 f 的满意程度,用 -1 表示供应商的项目属性 p_{jgf} 小于消费者对该项目属性的最低要求 $r_{if, \min}$, 1 表示供应商的项目属性 p_{jgf} 大于消费者的最高要求 r_{igf} ,适合值为:

$$b_{ijgf} = \begin{cases} 1, & p_{jgf} \geq r_{igf} \\ \frac{p_{jgf} - r_{igf, \min}}{r_{igf} - r_{igf, \min}}, & r_{igf, \min} \leq p_{jgf} < r_{igf} \\ -1, & p_{jgf} < r_{igf, \min} \end{cases} \quad (1)$$

(2) 越少越好型. 消费者对于项目的价格越低越好,用-1表示供应商的项目属性差于消费者对于该项目属性的上限要求 $r_{igf, \max}$,1表示供应商的项目的属性值小于消费者的下限要求,适合值为:

$$b_{ijgf} = \begin{cases} 1, & p_{jgf} < r_{igf} \\ \frac{p_{jgf} - r_{igf, \min}}{r_{igf, \max} - r_{igf}}, & r_{igf} \leq p_{jgf} < r_{igf, \max} \\ -1, & p_{jgf} \geq r_{igf, \max} \end{cases} \quad (2)$$

消费者根据自己的满意值,由大到小依次向心仪的供应商发出购买意向,满意值计算式为

$$B_{ij} = \sum_{f=1}^k b_{ijgf} \quad (3)$$

4.3 供应商满意值

供应商同样对消费者有偏好,他们往往关心消费者的信用,引入适合值 S_{jigf} 表示供应商对消费者的偏好,用1表示消费者的信用度 p_{igf} 大于供应商的最好心理值 r_{igf} , -1表示消费者的信用度小于供应商的最差心理值 $r_{jgf, \min}$,供应商满意值为:

$$S_{jigf} = \begin{cases} 1, & p_{igf} \geq r_j \\ \frac{p_{igf} - r_{jgf, \min}}{r_{jgf} - r_{jgf, \min}}, & r_{jgf, \min} \leq p_{igf} < r_{jgf} \\ -1, & p_{igf} < r_{j, \min} \end{cases} \quad (4)$$

4.4 满意度

匹配过程会出现一个供应商对应多个消费者,购买数量 Q_{ji} 作为一个权值参与计算满意度 G_{ji} ,并按 G_{ji} 大小对消费者进行排序. 供应商把对自己有意向的消费者按照偏好矩阵 O 进行排序,供应商库存充足,则接受所有消费者;一旦出现需求大于库存 m 的情况,供应商就要剔除排序靠后的消费者,被剔除的消费者进入下一轮循环. 满意度公式为:

$$G_{ji} = \sum_{j=1}^m x_{ij} S_{ji} Q_{ji} \quad (5)$$

式中,

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq m, j = 1, 2, \dots, n;$$
$$x_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{消费者供应商不匹配} \\ 1, & \text{消费者供应商匹配} \end{cases}$$

5 仿真实验与分析

5.1 实验评价标准

定义参与率为最终匹配方案与推荐系统列表之

间应的比值:

$$c_b = \frac{n_a}{n_b}, c_s = \frac{n_a}{n_s}.$$

式中, c_b 为消费者参与度; c_s 为供应商参与度; n_a 为G-S算法匹配成功的项目的数量; n_s 为预推荐给消费者的项目数量; n_b 为消费者总数.

5.2 仿真数据

为验证算法能同时提高消费者和供应商的满意度,设定消费者的偏好内容是项目价格,供应商更在意消费者的信用度,通过将各自的要求与对方的属性比较,便可计算出偏好程度. 匹配方案加入先前得出的偏好程度,便可计算出最终的满意值. 根据改进的G-S算法的要求,假设有9个消费者和3个供应商. 表1为供应商对消费者信用的要求和项目属性,表2为消费者对项目的要求和自身信用指数.

表 1 供应商对信用的要求和项目价格属性

供应商	项目价格	信用下限	信用上限
s ₁	17	6	8
s ₂	17	7	9
s ₃	19	8	9

表 2 消费者对项目的要求和自身信用指数

消费者	价格下限	价格上限	信用度
b ₁	19	23	7.0
b ₂	20	22	7.5
b ₃	20	22	8.0
b ₄	19	21	8.0
b ₅	19	23	6.0
b ₆	20	21	9.0
b ₇	20	21	8.5
b ₈	18	21	6.5
b ₉	19	23	9.5

计算得出的消费者对供应商满意值如表3所示,供应商对消费者满意度如表4所示.

表 3 消费者对供应商的满意值

消费者	供应商		
	s ₁	s ₂	s ₃
b ₁	3	1	2
b ₂	1	2	3
b ₃	1	2	3
b ₄	3	1	2
b ₅	3	1	2
b ₆	1	2	3
b ₇	1	2	3
b ₈	3	1	2
b ₉	3	1	2

表 4 供应商对消费者满意值

供应商	供应商								
	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈	b ₉
s ₁	3	4	6	7	9	2	1	8	5
s ₂	3	9	7	3	4	2	1	5	8
s ₃	6	9	7	3	4	1	2	5	8

5.3 仿真结果

首先观察 G-S 算法得出的总满意值与传统推荐算法的满意度的对比试验,在同样的参与者、偏好的情况下,在第一轮匹配中匹配次数从 1 到 9 逐渐增加时,供应商和消费者的满意值仿真结果如图 2 所示。

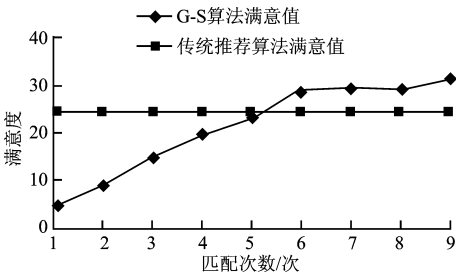


图 2 两种算法的满意值

从图 2 可以看出,随着匹配次数的增加,G-S 算法得到的消费者和供应商的总满意值不停增加,且在第 5 次匹配时,满意值就会大于传统的推荐算法。

其次观察 G-S 算法中消费者和供应商各自满意值,在同样的参与者、偏好相同的情况下,在第一轮匹配中匹配次数从 1 到 9 逐渐增加时,供应商和消费者的满意值仿真结果如图 3 所示。

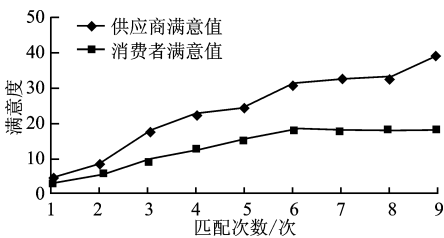


图 3 双方满意值

从图 3 可看出,随着匹配次数的增加,消费者的满意值在增加.改进的算法相较于传统的推荐算法,供应商的满意值也在增加,因为算法满足消费者优先选择的情况下,由供应商按照其偏好对消费者进行筛选,最终得到匹配方案是双向选择的结果.总体来看,满意度呈上升趋势,保持双方的较高的满意值,能满足双方的需求。

比较匹配次数从 1 到 9 逐渐增加的情况下,供应商和消费者的参与度如图 4 所示。

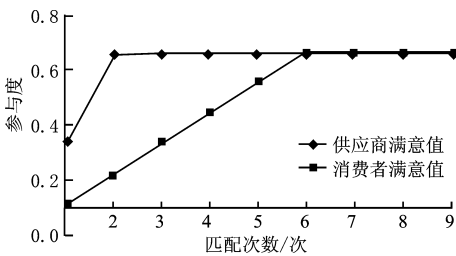


图 4 参与度

从图 4 可看出,随着匹配次数的增加,双方参与度都不断地上升。

为验证算法的有效性,观察算法在第 1 轮到第 5 轮的供应商与消费者的参与度如图 5 所示。

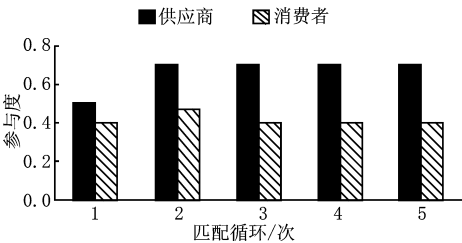


图 5 第 1~5 轮参与度

从图 5 可看出,在第 2 轮匹配中,消费者和供应商的参与度达到最高,匹配次数继续增加,在供应商参与度几乎不变的情况下,消费者的参与度会下降.由此可见,选择合适的匹配次数很重要,一味增加匹配次数不但增加内存和时间的开销,而且推荐的效果也会下降。

6 结束语

针对传统的推荐算法忽视供应商偏好的问题,提出一种 G-S 框架下的推荐算法.利用 G-S 算法能够充分考虑到供应商和消费者双方的偏好,增加算法的稳定性.仿真结果表明,改进的算法通过提高满意值从而提高用户体验,有利于吸引参与者加入到电子交易平台.但是,该推荐算法需要得到消费者和供应商的偏好,可以通过双方的历史记录判断得到,此外将社交网络的概念引入也是一个重要的方向。

参考文献:

[1] 杨博,赵鹏飞.推荐算法综述[J].山西大学学报:自然科学版,2011,34(3):337-350.
[2] 对投资者的要求高.京东股权众辞行屌丝们玩不起[EB/OL].[2015-07-09].http://www.p5w.net/fund/smj1_1759/201503/t20150331_1002660.htm.

$$\text{Ham}_3 = \text{Ham}_3 + L \begin{bmatrix} 0 & \cdots & 0 \\ 1 & \cdots & 1 \end{bmatrix},$$

$$\text{Ham}_4 = \text{Ham}_4 + L \begin{bmatrix} 1 & \cdots & 1 \\ 1 & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

步骤 14:定义判定单元,执行步骤 5

$$\text{Filler} = \text{Filler}_3 \cup \text{Filler}_4$$

$$\text{Filler}_3 = \left[\begin{pmatrix} l & l+1 & l+1 & l \\ L & L & L+1 & L+1 \end{pmatrix} \cdots \right]$$

$$(0 \leq l < L, l \in \mathbb{Z})$$

$$\text{Filler}_4 = \text{adiag}(1,1)\text{Filler}_3$$

利用上述算法生成的拓扑结构,在 Cadence™ Virtuoso™视角下最终版图如图 3 所示.

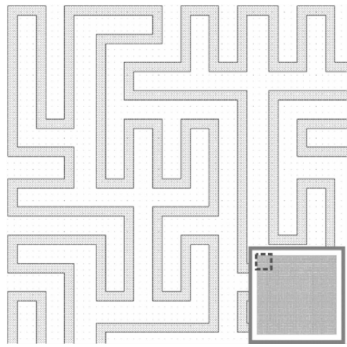


图 3 Cadence™ Virtuoso™下生成的版图

4 结束语

本文介绍了一种应用于大尺寸高安全芯片的抗物理攻击防篡改检测技术. 通过优化的版图生成算法,在较短时间内生成高无序、大格点量(10⁹)的随机哈密顿回路结构作为芯片顶层金属屏蔽探测防护层,能够显著提升芯片针对侵入式物理攻击的防护能力.

参考文献:

[1] 冉彤, 白国强. 基于系统级封装(SiP)的信息安全芯片

集成设计[J]. 微电子学与计算机, 2012, 29(1): 10-14.

[2] Torrance R, James D. The state-of-the-Art in IC reverse engineering[C]// Cryptographic Hardware and Embedded Systems - CHES9. Berlin Heidelberg, Springer, 2009.

[3] Cioranescu J M, Danger J L, Graba T, et al. Cryptographically secure shields[C]// 2014 IEEE International Symposium on Hardware-Oriented Security and Trust (HOST). Arlington, VA, USA: IEEE Computer Society, 2014:25-31.

[4] Shahrjerdi D, Rajendran J, Garg S, et al. Shielding and securing integrated circuits with sensors[C] // Computer-Aided Design (ICCAD), 2014 IEEE/ACM International Conference on. San Jose, CA, USA: IEEE, 2014:170-174.

[5] Briais, S, Cioranescu, J.-M, Danger, J.-L, et al. Random Active Shield[C]// Fault Diagnosis and Tolerance in Cryptography (FDTC), 2012 Workshop on. Leuven, Belgium;IEEE, 2012: 103-113.

[6] Briais S, Caron S, Cioranescu J M, et al. 3D hardware canaries[C]//Cryptographic Hardware and Embedded Systems - CHES 2012. Berlin Heidelberg, Springer, 2012: 1-22.

作者简介:

张 赟 男,(1991-),硕士研究生. 研究方向为集成电路设计.

赵毅强(通讯作者) 男,(1964-),博士,教授,博士生导师. 研究方向为集成电路设计. E-mail: yq_zhao@tju.edu.cn

刘军伟 男,(1977-),博士研究生. 研究方向为集成电路设计.

李雪民 男,(1990-),硕士研究生. 研究方向为集成电路设计.

杨 松 男,(1990-),硕士研究生. 研究方向为数字集成电路设计、算法设计.

(上接第 120 页)

[3] 彭石. 基于用户兴趣和项目特征的协同过滤推荐算法研究[D]. 长沙:中南大学,2012:14-18.

[4] 邓爱林,朱扬勇,施伯乐. 基于项目评分预测的协同过滤推荐算法[J]. 软件学报,2003,14(9):1621-1628.

[5] 曾赛. 基于社交网络信任模型的项目推荐系统[D]. 广州:华南理工大学,2012:33-39.

[6] 曹建新,杨宁,夏培勇. 一种基于改进信息熵的协同过滤算法[J]. 微计算机信息,2012,40(10):181-183.

[7] Shapley L S. On market games[J]. Journal of Economic Theory,1969,16(1):9-25.

[8] Roth A E, Sonmez T, Utuuer M. Pairwise kidney exchange[J]. Journal of Economics Theory, 2005, 152(5):127-132.

作者简介:

顾 凯 男,(1988-),硕士研究生. 研究方向为推荐系统. E-mail:gukainjut@126.com.

刘建明 男,(1975-),博士后,教授,博士研究生导师. 研究方向为计算机及通信网络组网工程.