

文章编号: 1004—5422(2012)04—0360—04

# 信任模型中推荐信息有效性评判

唐仕喜

(盐城师范学院 信息科学与技术学院, 江苏 盐城 224002)

**摘要:** 在大规模、开放、动态的分布式物联网环境中, 相当一部分推荐者为了最大限度地提高自身的收益, 倾向于给出不公正的推荐信息. 与一般主观判断算法不同, 提出了均值受限熵推荐信息可靠性判断算法, 构建了适用于物联网环境的具有可靠推荐能力的信任模型, 通过客观判断出总体推荐信息的可靠性, 并过滤掉随机发布的不负责任的推荐信息、个人不合理的推荐信息以及不公平的推荐信息. 实验结果表明, 算法与实际相符, 所构建的物联网环境的可靠推荐能力的信任模型更具有客观性.

**关键词:** 信任; 推荐信息; 均值受限熵; 可靠推荐

**中图分类号:** TP393.08

**文献标识码:** A

## 0 引言

目前, 可计算的信任模型广泛地应用于物联网环境中: 当服务请求者与服务提供者之间相互不熟悉, 或服务请求者对某些服务没有足够的访问权限时, 可计算的信任模型为服务提供者是否提供相应的服务和请求者是否接受相应服务并提供实时的决策. 这种信任模型的决策是基于与请求者相关的推荐者的推荐信息来完成的. 而在大规模、开放、动态的分布式物联网环境中, 相当一部分推荐者基于自身的利益考虑, 倾向于给出不公正的推荐信息. 同时, 由于物联网环境的高度动态性, 要获取推荐者足够多的信息是一件非常困难的事情. 目前, 人们对分布式网络中信任关系的研究主要集中在信任的5段量化评判、直接信任与间接信任合成总体信任以及信任随时间衰减模型等方面<sup>[1-9]</sup>. 在此基础上, 本研究提出了均值受限熵推荐信息可靠性判断算法, 构建了适用于物联网环境的具有可靠推荐能力的信任模型.

## 1 信任模型构建

### 1.1 物联网环境下各种推荐场景

对处于物联网环境的信任模型, 推荐者给出的推荐信息的各种可能情况如下:

1) 正常推荐, 包括:  $a$ , 诚实的推荐者给出准确的推荐.

2) 异常的推荐, 包括:  $b$ , 由于不正确的观察, 诚实的推荐者给出不准确的推荐;  $c$ , 由于服务请求者对不同推荐者的推荐信息响应不一, 诚实的推荐者给出与其他推荐者相异的推荐;  $d$ , 由于推荐者缺乏责任感, 轻率地给出随机的推荐信息.

3) 恶意推荐, 包括:  $e$ , 诚实的推荐者给出过高或过低的推荐信息而这些推荐者过去的推荐行为是诚实的, 由于现在与服务提供者或服务请求者间存在利益关系而给出不公平的推荐信息;  $f$ , 恶意的推荐者给出过高或过低的推荐信息, 恶意的推荐者从过去到现在, 一直以来都给出的是恶意推荐信息;  $g$ , 大量诚实的推荐者给出过高或过低的推荐信息, 这些恶意推荐信息超过了总推荐信息的50%以上, 导致了不公平推荐信息的洪泛;  $h$ , 大量恶意的推荐者给出过高或过低的推荐信息, 这些恶意推荐信息导致了不公平推荐信息的洪泛.

事实上, 一个可靠的物联网信任模型应该有能力过滤掉 $b$ 、 $d$ 、 $e$ 、 $f$ 、 $g$ 及 $h$ 的推荐场景, 并将 $a$ 、 $c$ 的推荐场景与 $b$ 、 $d$ 、 $e$ 、 $f$ 、 $g$ 及 $h$ 的推荐场景区分并分离出来.

### 1.2 具有可靠推荐能力的信任模型构建

由于信任是基于每个用户自身对信息的理解, 具有主观性. 因此, 容易造成恶意推荐者假扮成诚实推荐者, 而诚实推荐者被误解为恶意推荐者的情形, 这增加了区分公平推荐与非公平推荐的难度. 本研究提出的具有可靠推荐能力的信任模型构建的核心

收稿日期: 2012—09—25.

基金项目: 江苏省科技厅面向物联网不确定流数据挖掘的若干问题研究(SBK201221532)资助项目.

作者简介: 唐仕喜(1975—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事数据挖掘及智能信息处理技术研究.

©1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

思想是:不同的推荐者对同样服务信息具有不同的理解,可能会给出不同的推荐信息,但从心理学的角度分析,在类似的情况下,个体推荐者通常给出类似的推荐信息,为了充分地利用有限的推荐信息并将有效的推荐信息从所有推荐信息中分离出来,可利用推荐信息的所有推荐者对其有效性来进行评判,若评判结果为不合理,则说明推荐信息中存在恶意推荐或异常推荐.假定,在推荐信息有效性评价系统中采用百分制,其给定评价标准——评价系统中的均值为 $m$ ,则对应在 $1 \sim 100$ 间的评价系统所期望的概率为 $P_i (i = 1, \dots, 100)$ .设,计算后的推荐信息有效性评价系统中各信源 $a_i (i = 1, \dots, 100)$ 对应的极大期望概率为 $(P_i) (i = 1, \dots, 100)$ ,由设定有,

$$\sum_{i=0}^n P_i a_i = m, \quad \sum_{i=0}^n P_i = 1, \quad n = 100$$

再由均值受限熵理论有,

$$F(P_1, \dots, P_n) = - \sum_{i=0}^n P_i \log P_i + \lambda_1 \left( \sum_{i=0}^n P_i - 1 \right) + \lambda_2 \left( \sum_{i=0}^n a_i P_i - m \right)$$

$$H(P_1, \dots, P_n) = - \sum_{i=0}^n P_i \log P$$

$$\text{令, } \frac{\partial F}{\partial P_i} = -\log P_i - \ln 2 + \lambda_1 + a_i \lambda_2 = 0, \quad i = 1, \dots, n, \text{ 则,}$$

$$P_i = 2^{\lambda_1 - \ln 2 + a_i \lambda_2} \quad (1)$$

$$\text{由, } \sum_{i=0}^n P_i = 1, \text{ 则, } \sum_{i=0}^n 2^{\lambda_1 - \ln 2 + a_i \lambda_2} = 1, \text{ 即,}$$

$$2^{\lambda_1 - \ln 2} = \frac{1}{\sum_{i=0}^n 2^{a_i \lambda_2}} \quad (2)$$

$$\text{由, } \sum_{i=0}^n P_i a_i = m, \text{ 则,}$$

$$\sum_{i=0}^n 2^{\lambda_1 - \ln 2} 2^{a_i \lambda_2} a_i = m \quad (3)$$

由式(2)、(3)得,

$$2^{\lambda_1 - \ln 2} \sum_{i=0}^n a_i 2^{a_i \lambda_2} = \frac{\sum_{i=0}^n a_i 2^{a_i \lambda_2}}{\sum_{i=0}^n 2^{a_i \lambda_2}} = m,$$

即,

$$\sum_{i=0}^n a_i 2^{a_i \lambda_2} = m \sum_{i=0}^n 2^{a_i \lambda_2}$$

移项得,

$$\sum_{i=0}^n (a_i - m) (2^{\lambda_2})^{a_i} = 0$$

令,  $x = 2^{\lambda_2} > 0$ , 得,

$$f(x) = \sum_{i=0}^n (a_i - m) x^{a_i} = 0$$

此时,方程为 $\max(a_i)$ 次的非线性方程.解此方程,再由式(1)、(2)即可得出相应 $P_i$ 的解.若不考虑约束,方程 $f(x) = 0$ 有 $\max(a_i)$ 个解,且每个解对应相应一组 $(\lambda_1, \lambda_2)$ 值,每一组 $(\lambda_1, \lambda_2)$ 值又对应一组 $\max(P_i) (i = 1, \dots, n)$ 的极值.在这 $\max(a_i)$ 组 $\max(P_i) (i = 1, \dots, n)$ 的极值中若存在一组 $\max(P_i) (i = 1, \dots, n)$ 使得 $P_i < \max(P_i) (i = 1, \dots, n)$ ,则评价系统是合理可行的.

在推荐信息有效性评价系统中, $a_i (i = 1, \dots, n)$ 为各信源域 $[0, 100]$ .当采用四舍五入时,取 $a_i = i (i = 0, \dots, 100)$ 可能值时,对推荐信息有效性评价系统的评判影响甚微.采用此近似做法有,

$$f(x) = \sum_{i=0}^{100} (i - m) x^i = 0,$$

令,

$$P_n(x) = f(x), \quad c_i = (i - m) (i = 0, \dots, 100)$$

$$P_n(x) = \sum_{i=0}^{100} c_i x^i = 0,$$

令,

$$b_i = \frac{c_i}{c_n} (i = 99, \dots, 0),$$

则,

$$A_n(x) = x^n + b_{n-1} x^{n-1} + \dots + b_1 x + b_0 = 0$$

由 $A_n(x) = 0$ 可将其看成是实矩阵,

$$A = \begin{bmatrix} -b_{n-1} & -b_{n-2} & -b_{n-3} & \dots & -b_1 & -b_0 \\ 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

的特征多项式方程,

$$A_n(\lambda) = \lambda^n + b_{n-1} \lambda^{n-1} + \dots + b_1 \lambda + b_0 = 0.$$

求方程 $A_n(x) = 0$ 的全部实根就变为求 $A$ 矩阵的全部特征值.矩阵 $A$ 为一个上 $H$ 阵,可采用带原点位移的双重步 $QR$ 方法来计算 $A$ 的全部特征值.先确定一个初等正交对称矩阵 $Q_0$ ,对 $A$ 作相似变换,

$$A_1 = Q_0 A Q_0.$$

其中,对称正交阵 $Q_0$ 为,

$$Q_0 = \begin{bmatrix} Q_0 & 0 \\ 0 & I_{n-3} \end{bmatrix},$$

且  $Q$  为  $3 \times 3$  矩阵, 若令,

$$a = a_{n-2, n-2} + a_{n-1, n-1}$$

$$a = a_{n-2, n-2} a_{n-1, n-1} - a_{n-2, n-1} a_{n-1, n-2}$$

$$p_0 = a_{00}(a_{00} - a) + a_{01}a_{10} + \beta$$

$$q_0 = a_{10}(a_{00} + a_{11} - a)$$

$$q_0 = a_{10}a_{21}$$

设,  $s_0 = \text{sign}(p_0) \sqrt{p_0^2 + q_0^2 + r_0^2}$ , 则,  $Q_0$  中的各元素为,

$$Q_0 = \begin{bmatrix} -\frac{p_0}{s_0} & -\frac{q_0}{s_0} & -\frac{r_0}{s_0} \\ -\frac{q_0}{s_0} & \frac{p_0}{s_0} + \frac{r_0^2}{s_0(p_0 + s_0)} & -\frac{q_0 r_0}{s_0(p_0 + s_0)} \\ -\frac{r_0}{s_0} & -\frac{q_0 r_0}{s_0(p_0 + s_0)} & \frac{p_0}{s_0} + \frac{q_0^2}{s_0(p_0 + s_0)} \end{bmatrix}$$

$$A_1 = Q_0 A Q_0 = \begin{bmatrix} * & * & * & * & \dots & * \\ p_1 & * & * & * & \dots & * \\ q_1 & * & * & * & \dots & * \\ r_1 & * & * & * & \dots & * \\ & & & \ddots & \ddots & \ddots \\ 0 & & & & * & * \end{bmatrix}$$

利用同样的方法, 可依次确定正交对称矩阵  $Q_1, \dots, Q_{n-2}$  对  $A_1, A_2, \dots, A_{n-2}$  作相似变换,

$$A_{i+1} = Q_i A_i Q_i \quad i = 1, 2, \dots, n-2$$

最后, 可得上  $H$  阵,  $A_{n-1} = Q_{n-2} A_{n-2} Q_{n-2}$ , 在这一过程中有,

$$A_i = \begin{bmatrix} * & * & * & \dots & * & * & * & * & \dots & * \\ * & * & * & \dots & * & * & * & * & \dots & * \\ * & * & * & \dots & * & * & * & * & \dots & * \\ & & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ & & & * & * & * & * & \dots & * & * \\ & & & p_i & * & * & * & \dots & * & * \\ & & & q_i & * & * & * & \dots & * & * \\ & & & r_i & * & * & * & \dots & * & * \\ & & & & & & \ddots & \ddots & * & * \\ & & & & & & & * & * & * \end{bmatrix}$$

$$Q_i = \begin{bmatrix} I_i & 0 & 0 \\ 0 & Q_i^{(0)} & 0 \\ 0 & 0 & I_{n-i-3} \end{bmatrix}$$

$$Q_i^{(0)} = \begin{bmatrix} -\frac{p_i}{s_i} & -\frac{q_i}{s_i} & -\frac{r_i}{s_i} \\ -\frac{q_i}{s_i} & \frac{p_i}{s_i} + \frac{r_i^2}{s_i(p_i + s_i)} & -\frac{q_i r_i}{s_i(p_i + s_i)} \\ -\frac{r_i}{s_i} & -\frac{q_i r_i}{s_i(p_i + s_i)} & \frac{p_i}{s_i} + \frac{q_i^2}{s_i(p_i + s_i)} \end{bmatrix}$$

其中,  $Q_i^{(0)}$  为  $Q_i$  中的 3 阶方阵,  $s_i = \text{sign}(p_i)$

$\sqrt{p_i^2 + q_i^2 + r_i^2}$ ,  $p_i, q_i, r_i (i = 1, 2, \dots, n-2)$  可从相

应  $A_i$  的第  $i-1$  列中取得, 即,

$$p_i = a_{i, i-1}^{(1)}, q_i = a_{i+1, i-1}^{(i)}, r_i = a_{i+2, i-1}^{(i)}, p_{n-2} = a_{n-2, n-3}^{(n-2)}, q_{n-2} = a_{n-1, n-3}^{(n-2)}, r_{n-2} = 0$$

通过上述计算反复迭代, 当次对角线元素的模小到一定程度, 就可以把它们看成 0. 即, 如果  $|a_k, a_{k-1}| \leq \varepsilon (|a_{k-1}, a_{k-1}| + |a_k|)$ , 则  $a_k, a_{k-1} = 0$  ( $\varepsilon$  为指定精度的参数), 直到将上  $H$  阵变换为对角块全部是一阶块或二阶块为止, 进而从各一阶块或二阶块中求出全部特征值  $\lambda$ , 即得相应  $x$  的值.

据此: 对给定滑动窗口中的推荐信息属性指标  $a_i (i = 1, \dots, 100)$ , 若  $x$  存在实解, 则该滑动窗口中的推荐信息是有效的, 可以直接进行推荐信息对应服务的可信度量化; 若  $x$  不存在实解, 则评判结果为不合理, 说明推荐信息中存在恶意推荐或异常推荐.

## 2 实验结果与分析

设分布式系统  $\Sigma$  由  $N$  个节点组成, 记为  $\Sigma = \{1, 2, \dots, N\}$ . 分布式系统  $\Sigma$  中每 2 个节点间都通过网络连接, 任意 2 个节点能直接通过网络互相通信. 本模型中, 评价者与目标分别分布在网络的不同节点中. 在分布式开放系统中, 设评价者集合为  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n\}$ , 例如, 淘宝网电子商务应用中, 消费者或潜在的消费者是商品及其对应商家的评价者. 设目标集合为  $B = \{b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_m\}$ , 例如, 淘宝网电子商务应用中目标为商品及其对应的商家. 设每个目标  $b_j$  对应属性的集合为  $C_j = \{c_1, c_2, c_k, \dots, c_p\}$ , 在电子商务应用中属性为商品及其对应商家的售后、价格、保质期、耗能量、噪音及稳定性等.

实例 1 淘宝网电子商务中对衣服商品质量评价的一个窗口数据为,

{ 74 72, 69 62, 64 61, 74, 70 64 74, 46 82, 60 86  
70 67, 70 68, 60 65 62, 73 60 60 80 71, 68 60  
81, 60, 74 70, 55 76 88, 51, 82 68, 80 63, 65 47,  
72 62, 60 68, 81, 43 60, 69 76 72 72 68, 68 60  
75 40, 60 78, 82 75 67, 60 60 95, 69 65, 64 60  
60 64, 62 72, 66 42 74, 71, 81, 70 77 63, 69 41,  
65 69, 73 60, 69 80 81, 75 }.

采用均值受限熵推荐信息可靠性判断算法进行分析, 对给定滑动窗口中的推荐信息质量指标  $a_i (i = 1, \dots, 100)$ ,  $x$  共有 57 个解, 其中存在 4 个实解:  $x_1 = 0, x_2 = 1, x_3 = -1.09, x_4 = -1.02$ , 其中,  $x_2 > 0$ , 可见本次窗口数据的总体信任评价是有效的, 可用

于对产品进行信息推荐(见图 1).经实际分析,该产品质量的均值是合理的,与其价位一致.

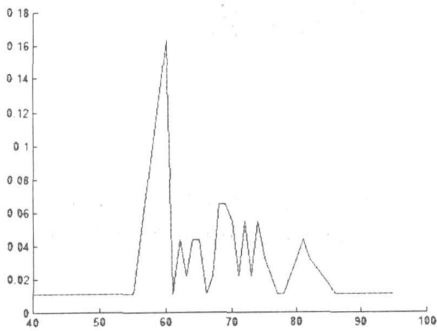


图 1 淘宝网对衣服质量评价一个窗口数据

实例 2 淘宝网电子商务中对衣服商品质量评价的另一个窗口数据为,

{ 64, 62, 69, 62, 64, 61, 84, 70, 64, 74, 46, 82, 60, 86, 70, 67, 77, 68, 90, 65, 62, 73, 60, 60, 80, 71, 68, 60, 81, 60, 74, 70, 55, 76, 88, 51, 82, 68, 80, 63, 65, 47, 72, 62, 60, 68, 81, 43, 60, 69, 76, 72, 72, 68, 68, 60, 75, 40, 60, 78, 82, 75, 67, 90, 60, 95, 69, 65, 94, 60, 60, 65, 62, 72, 66, 42, 74, 71, 81, 70, 78, 63, 69, 41, 65, 69, 73, 60, 99, 80, 81, 75 }.

同样采用均值受限熵推荐信息可靠性判断算法进行分析,对给定滑动窗口中的推荐信息质量指标  $a_i (i = 1, \cdots, 100)$ ,  $x$  无实解,可见本次窗口数据的总体信任评价是无效的,不可用于对产品进行信息推荐(见图 2).经实际分析,该产品质量的均值是不

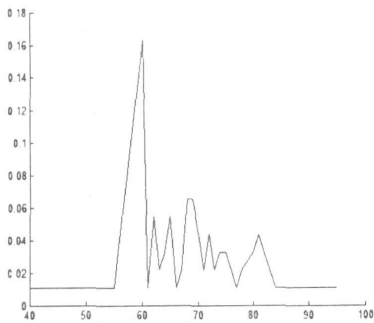


图 2 淘宝网对衣服质量评价另一个窗口数据

合理的,质量虚高于其价位.

3 结 语

本研究基于推荐信息属性,使用均值受限熵推荐信息可靠性判断算法,构建了适用于物联网环境的具有可靠推荐能力的信任模型.在模型构建方法中使用推荐信息属性来分析用户的活动、状态和意图,分析出总体推荐的合理性,并过滤掉不合理的推荐信息.此模型方法的优点是:它可以判断出总体推荐信息的可靠性,并过滤掉随机发布的不负责任的推荐信息、个人不合理的推荐信息以及不公平的推荐信息.进一步的研究工作将包括:通过对推荐信息的不同属性的纵向与横向比较,分析出总体推荐的合理性,将总体推荐信息的信任量化到一个合理的阶段;区分可疑的推荐信息,判断出其推荐信息是恶意攻击还是恶意推荐;对总体推荐信息进行合理的定位,利用有限的推荐信息,得到该服务的一个可靠的信任度.

参考文献:

[1] 詹涛,周兴社,杨刚.基于相似度的分布式信任模型[J].西北工业大学学报,2010,28(1):67-71.  
[2] 郎波.面向分布式系统访问控制的信任度量化模型[J].通信学报,2010,3(12):45-54.  
[3] 曲永花,窦万峰,刘超.分布式系统推荐信任模型研究[J].计算机工程与应用,2012,48(2):109-112.  
[4] 刘彬,张仁津.用于 Web 服务的分布式信任和声誉模型[J].微电子学与计算机,2011,28(8):208-215.  
[5] Das A, Islam M M. SecuredTrust: A Dynamic Trust Computation Model for Secured Communication in Multiagent Systems [J]. IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing, 2012, 9(2): 261-274.  
[6] 黄海生,王汝传.基于隶属云理论的主观信任评估模型研究[J].通信学报,2008,29(4):13-19.

Validity Judgment of Recommended Information in Trust Model

TANG Shixi

(College of Information Science and Technology, Yancheng Teachers University, Yancheng 224002 China)

**Abstract:** In large-scale, open, dynamic and distributed networking environment, a considerable part of the recommended are based on their own interests and to maximize their own gains, they give unfair recommended information. Unlike the general subjective judgment algorithm, the validity (下转第 391 页)

# Research on Landscape Planning and Design of Expressway in Hilly Area

FANG Wen<sup>1, 2, 4</sup>, LIU Yang<sup>1, 3</sup>, MA Lihui<sup>3</sup>, PAN Shengwang<sup>1, 4</sup>

- (1. College of Life Science & College of Biotechnology, Southwest University, Chongqing 400715 China;
2. Chongqing Academy of Forestry, Chongqing 400036, China;
3. Chongqing Hanye Landscape Engineering Co., Ltd, Chongqing 400036, China;
4. School of Urban and Rural Construction, Chengdu University, Chengdu 610106, China)

**Abstract:** Taking G85-Chengyu Expressway in Yongchuan Region as a case, the construction pattern of landscape planning for expressway’s ecological land use in hilly area was discussed in this paper. Based on the analysis of planning pattern for the typical four areas in expressway landscape as well as vegetation distribution, the concept of large scale landscape design was proposed. According to the different geographical features that expressways pass through, different landscapes will be designed, such as countryside, hilly and village green landscape in order to show the different landscapes along the way and to show the dynamics of the landscapes by rational allocation of colored vegetation.

**Key words:** mountainous area; expressway; landscape design; large-scale; landscape planning

(上接第 359 页)

# Algorithm for Rapid Data Destruction

ZHOU Jiang<sup>1</sup>, HU Yi<sup>2</sup>

- (1. Department of Judicial Information, Sichuan Judicial and Police Officers Professional College, Deyang 618000, China;
2. Teaching Affairs Office, Chengdu University, Chengdu 610106, China)

**Abstract:** How to destroy the data on magnetic disc rapidly is always a problem. An algorithm for rapid data destruction was introduced, in which initial password was mixedly processed by one-way hash encryption algorithm, asymmetric encryption algorithm, random binary filling and symmetric encryption algorithm. This kind of hybrid encryption makes the data on magnetic disc to be at random and be hard to restore in theory. When the data needs to be destroyed, there is just a small quantity of data which needs to be destroyed, and then the large quantity of data will be unrecoverable in a very short time and thus the rapid destruction is realized.

**Key words:** binary random filling; mixedly processed; rapid destruction

(上接第 363 页)

judgment algorithm of recommended information in trust model was proposed based on the mean constrained entropy. A trust model was proposed which has reliable ability to recommend and is applicable to the network environment. It can subjectively judge the reliability of the general recommendation information and filter out randomly released and irresponsible information, personally unreasonable recommended information as well as unfair recommended information. The experimental results show that the algorithm is consistent with the reality of networking environment. And the reliable recommendation trust model is more objective.

**Key words:** trust; information recommendation; mean restricted entropy; dependable computing