

量化关联规则在高校就业信息数据中的应用

张晓萍¹, 朱玉全¹, 陈 耿²

(1. 江苏大学 计算机科学与通信工程学院, 江苏 镇江 212013;

2. 南京审计学院 信息科学学院, 江苏 南京 210029)

摘 要:针对就业信息数据中存在着大量的量化属性和分类属性等现象,提出了一种基于 k-means 的量化关联规则挖掘方法。该方法利用聚类算法 k-means 对量化属性进行合理分区,将量化属性转化为布尔型;利用改进的布尔关联规则方法对此进行关联规则挖掘,找出学生的受教育属性和就业属性之间的关联性;对挖掘出的规则进行分析和运用。就业信息数据实验证明,文中所提方法对就业信息进行挖掘是有效的、可行的。

关键词:数据挖掘;量化关联规则;k-means 聚类算法;就业信息

中图分类号:TP311

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)11-0199-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.11.049

Application of Quantitative Association Rules in College Employment Information Data

ZHANG Xiao-ping¹, ZHU Yu-quan¹, CHEN Geng²

(1. College of Computer Science & Telecommunications Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China;

2. College of Information Science, Nanjing Audit University, Nanjing 210029, China)

Abstract: In view of the phenomenon such as a lot of quantitative attributes and categorical attributes among the employment information data, proposed an algorithm for mining quantitative association rules based on k-means. This method uses k-means clustering algorithm to partition the quantitative attributes reasonably and convert quantitative attributes to Boolean type; use the improved Boolean association rules method to conduct mining association rules on this to find the correlation between student's educational attributes and employment attributes; analyze and apply the rules. Employment information data experimental results show that the presented method is effective and feasible in mining the employment information data.

Key words: data mining; quantitative association rules; k-means clustering algorithm; employment information

0 引 言

随着数据库技术的迅速发展及数据库管理系统的广泛应用,高校积累的就业信息数据在不断增多,如何利用这些信息资源为决策者提供指导和数据支持,进而提高高校就业率,已成为当下研究的重点。特别是近年来,我国高校就业问题逐渐加剧。关联规则挖掘是数据挖掘领域中的一个重要课题,它是由 R. Agrawal 等人于 1993 年首次提出,用来挖掘数据库中不同数据项间的相互关系,最初应用的典型例子是购物篮分析^[1]。Apriori 算法^[2]是 Agrawal 和 Srikant 于 1994 年提出的用于分析事务数据库中项或属性之间的联系,

后来不少研究者提出了挖掘布尔关联规则的算法^[3-5]。目前,关联规则挖掘技术已广泛应用于金融投资^[6]、食品分析^[7]、教育^[8]和 Web 挖掘^[9]等领域,取得了令人满意的效果。针对高校积累的就业信息数据,可以利用数据挖掘及关联规则挖掘方法来挖掘数据项间隐藏的关系。

量化属性普遍存在于各数据库中,量化关联规则的挖掘成为数据挖掘中的一个重要研究课题。Agrawal 和 Srikant 提出了一种量化关联规则挖掘框架^[10],它根据数据的分布情况将量化属性离散化或聚类到“箱”,利用 Apriori 算法进行关联规则挖掘。在对量化

收稿日期:2013-01-10

修回日期:2013-04-17

网络出版时间:2013-07-24

基金项目:国家自然科学基金资助项目(71271117);江苏省科技型企业技术创新资金项目(BC2012201)

作者简介:张晓萍(1986-),女,硕士研究生,研究方向为数据挖掘等;朱玉全,教授,博士,研究方向为数据挖掘、数据库系统及其应用等;陈 耿,教授,博士,研究方向为数据挖掘、审计风险管理等。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130724.1012.061.html>

属性处理时,它采用等深法分区。等深法是赋予每箱相同个数的元组。这种分区方法存在 2 个问题:最小支持度问题和最小置信度问题。若一个量化属性的值被分成过多的区间,每个区间的支持度可能过小。当区间的支持度小于预先设定的最小支持度时,有些规则就不能被发现。这是最小支持度问题。有些规则可能只在很小的区间上才能满足最小置信度。当区间变大时,损失的信息也增多。这是最小置信度问题。同时,传统的布尔关联规则挖掘方法 Apriori 算法存在候选项集和频繁扫描数据库的问题。为此,文中提出了一种基于 k-means 的量化关联规则挖掘算法,该方法首先利用聚类算法 k-means 对量化属性进行合理的分区,并将量化属性和分类属性转化为布尔属性,其次利用改进的布尔关联规则挖掘方法进行挖掘。在对量化属性处理时,利用 k-means 聚类算法对所有量化属性进行分区,考虑了数据间的距离,这样做克服了区间的划分带来的最小支持度问题和最小置信度问题;同时,改进的布尔关联规则挖掘方法,解决了候选项集和频繁扫描数据库的问题。

1 相关知识介绍

1.1 量化关联规则的定义

根据规则中所处理数据的值类型,关联规则挖掘问题可分为布尔关联规则和量化关联规则^[11]。布尔关联规则挖掘 (Boolean association rule) 考虑的关联是项的出现与否。量化关联规则挖掘 (quantitative association rule) 是指发现量化属性或分类属性之间的关联。所谓量化属性 (quantitative attribute) 是指值为数值的,在值之间有一个隐含的序 (例如:成绩,收入);分类属性 (categorical attribute) 是指具有有限个不同值,值之间无序 (例如:职业,地区)。如表 1 所示的数据集,大学英语成绩和年收入为数值型属性,单位性质和地区为分类属性。

表 1 包含量化属性和分类属性的数据集

TID	大学英语成绩	单位性质	年收入/万	地区
T ₁	88	外企	6	上海
T ₂	81	民营	5	南京
T ₃	73	民营	2.5	贵阳
T ₄	79	外企	4	天津
T ₅	71	国企	3.5	长沙
T ₆	75	外企	4.5	武汉

为便于描述,下面使用统一记法表示量化和分类属性。

令 $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ 为属性集, R 表示实数集。 $I_R = I \times R \times R$, 即 $I_R = \{ \langle x, l, u \rangle \mid x \in I, l \in R, l \leq x$

$\leq u \}$, 若 x 为量化属性, 则 $l < u$; 若 x 为分类属性, 则 $l = u$ 。三元组 $\langle x, l, u \rangle \in I_R$ 可以表示一个值位于区间 $[l, u]$ 上的量化属性, 或者一个值为 l 的分类属性, 此时三元组可简记为 $\langle x, l \rangle$ 。称此三元组为项, 对于 I_R 的任何子集 X , 即 $X \subset I_R$, 用记号 $\text{attribute}(x)$ 代表集合 $\{x \mid \langle x, l, u \rangle \in X\}$ 。令 D 表示数据库事务的集合, 其中每个事务 T 是一组属性值的集合, 每个事务 T 有一个标识符, 称作 TID, 如果: $\forall \langle x, l, u \rangle \in X, \exists (x, q) \in T$, 使得 $l \leq q \leq u$, 那么称事务 T 支持 X 。量化关联规则是形如 $X \Rightarrow Y$ 的蕴涵式, 其中 $X \subset I_R, Y \subset I_R$, 且 $\text{attribute}(x) \cap \text{attribute}(y) = \emptyset$ 。规则 $X \Rightarrow Y$ 在 D 中成立, 具有支持度 s 和置信度 c , 支持度 (support) 和置信度 (confidence) 分别反映了规则的有效性和确定性。其中, s 是 D 中包含 $X \cup Y$ 的记录百分比, 是概率 $P(X \cup Y)$; c 是 D 中包含 X 的记录中同时包含 Y 的记录的百分比, 是条件概率 $P(Y \mid X)$ 。即:

$$\text{support}(X \Rightarrow Y) = P(X \cup Y)$$
$$\text{confidence}(X \Rightarrow Y) = P(Y \mid X) = \frac{P(X \cup Y)}{P(X)}$$

同时满足最小支持度阈值 (min_sup) 和最小置信度阈值 (min_conf) 的规则称作强关联规则。给定含有数值型和分类型数据的数据库 D , 量化关联规则挖掘问题就是挖掘 D 中的所有强关联规则。

1.2 聚类与 k-means 算法

聚类是将数据对象分成若干类或簇的过程, 使同一个簇中的对象之间具有很高的相似度, 而不同簇中的对象高度相异。相异度根据描述对象的属性值评估, 通常使用距离度量。聚类是一种无监督的学习, 与分类不同, 聚类和无监督学习不依赖预先定义的类和类标号的训练实例。聚类方法包括划分方法、层次方法、基于密度的方法、基于网络的方法、基于模型的方法、高维数据聚类方法 (如基于频繁模式的聚类)、基于约束的聚类和离群点分析。其中 k-means 是基于划分的方法, 它通过从 n 个对象中选择 k 个对象, 每个对象代表一个簇的初始聚类中心, 对剩余每个对象, 采用欧几里得距离式 (1) 将其赋给最近的聚类中心, 然后计算每个簇中数据对象的均值式 (2), 反复迭代计算、比较和分类, 直到聚类中心不再发生变化。其中, p 表示 n 个对象点; m_i 是簇 c_i 中各对象的平均值。

$$d(p, m_i) = \sqrt{\sum_{i=1}^k \sum_{p \in c_i} (p - m_i)^2}$$
$$m_i(c_i) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n p_j$$

2 基于 k-means 的量化关联规则挖掘算法

在高校就业信息管理中, 毕业生的就业率、就业计

划完成率、就业分配等情况非常重要。制定恰当的、切实可行的教育模式,对提高高校就业率很有帮助。为了找出学生的受教育属性和就业属性之间的关联性,给决策者提供指导和数据支持,文中针对就业信息数据中存在着大量的量化属性和分类属性等现象,提出了满足含不同数据类型数据库的基于 k-means 的量化关联规则挖掘算法。该方法首先利用 k-means 聚类算法对量化属性进行分区,再将得到的重叠区间及分类属性转化为布尔型,最后针对传统 Apriori 算法存在的不足,文中将数据库中各事务用二进制表示,通过二进制的位操作挖掘频繁项集。具体描述如算法 1 所示。

算法 1:基于 k-means 的量化关联规则挖掘算法。
输入:事务数据库 D , 聚类数目 K , 最小支持度计数阈值 \min_sup 。

输出: D 中的频繁项集 L 。
// 将 D 的所有属性投影到 $I_R = I \times R \times R$
(1)for each attribute $A_i \in D$
if(A_i 为布尔属性)
then $value(A_i) \leftarrow$ “0” or “1”;
if(A_i 为分类属性)
then 按一定的实际意义将某些值归为一类;
else A_i 保持原有的值;
// 对新数据集中的数值型属性使用 k-means 聚类算法
(2) 从 D 中任意选择 K 个对象作为初始聚类中心;
(3)repeat
根据聚类中对象的均值,利用式(1) 将每个对象(再) 划分到最相似的聚类;
利用式(2) 计算每个聚类中对象的均值;
until 聚类中心不在变化 \cap 每个聚类中包含的事务数 $\geq \min_sup$;
(4)for 1 to k
聚类投影到数值型属性所在的域;
// 将量化关联规则转化为布尔关联规则
(5)for each attribute $A_i \in D$
 $I_k \leftarrow \langle A_i, V_j \rangle$; /* 属性 A_i 及其对应的值 V_j (区间或分类),即 $\langle A_i, V_j \rangle$ 作为一个新的项 I_k */
if($value(A_i) = V \cap V \in V_j$)
then 项 I_k 对应的位为“1”;/* 待挖掘数据集转化为布尔值 */
else 项 I_k 对应的位为“0”;
// 改进的布尔关联规则挖掘方法,通过二进制的位操作挖掘频繁项集
(6)for each affair $T_i \in D$
binary $B_1 \leftarrow binaryExpress(T_i)$; /* 所有事务用

二进制表示,形成单项集表 */
(7)for each item $I_i \in binary B_1$
统计各项的二进制表示中“1” 的个数 $count_i$;
对事务包含的项计数为 sum_i ;
if($count_i < \min_sup$)
then $dataDelete(binary B_1, I_i)$; /* 删除二进制“1” 的个数 $< \min_sup$ 的项 */
if($sum_i < 2$)
then $dataDelete(binary B_1, T_i)$; /* 删除包含项的数目小于 2 的事务 */
剩下的项构成频繁 1 项集 L_1 ;
(8)binary $B_2 \leftarrow L_1$ 中项的二进制两两进行“与”运算;
(9)for each item $I_i \in binary B_2$
if ($count_i < \min_sup$)
then $dataDelete(binary B_2, I_i)$;
if($sum_i < 3$)
then $dataDelete(binary B_2, T_i)$;
剩下的项构成频繁 2 项集 L_2 ;
(10)for($k \geq 3; L_{k-1}! = \varphi; k++$)
// 连接前剪枝
if(L_{k-1} 中项 I_i 出现的次数 $< k-1$)
then $L_{k-1}' \leftarrow$ 删除 L_{k-1} 中包含 I_i 的 $k-1$ 项集;
 $L_m \leftarrow L_{k-1}'$; /* 由 L_{k-1}' 得到中间频繁单项集 L_m */
 $L \leftarrow L_{k-1}' \cup L_m$; /* L_{k-1}' 与 L_m 连接得到 k 项集 L */
for each item $I_i \in L$
if($count_i < \min_sup$)
then $dataDelete(L, I_i)$;
if($sum_i \leq k$)
then $dataDelete(L, T_i)$;
(11)return L ;

3 量化关联规则在高校就业信息数据中的应用实例

选取某高校计算机学院 2008 年 500 名本科毕业生的就业信息,略去学号、姓名、性别、出生年月等信息,对数据结构课程成绩、大学英语成绩、课程学习成绩测评、综合测评(课程学习成绩测评+创新能力测评)、行业、收入及行业性质等属性进行量化关联规则挖掘。由于数据较多,文中只列出部分数据,如表 2 所示。

从表 2 可看出,就业信息数据中存在大量的量化属性和分类属性,将文中提出的基于 k-means 的量化关联规则挖掘方法运用于表 2 的数据集。此次实验

中,设定的最小支持度和最小置信度分别为 20% 和 60%,聚类数目为 4。表 3 列出了部分被发现的规则。

表 2 某高校就业信息数据表

学号	大学 英语	数据 结构	课程成 绩测评	综合 测评	行业	收入 元/月	行业 性质
0708009	76	70	75.3	77.6	教育业	3 000	国企
0708015	82	84	83.5	85.7	IT 业	3 500	外企
0708023	79	76	80.8	82.8	IT 业	3 500	民营
0708031	62	65	68.7	72.1	金融业	2 500	民营
0708043	83	86	83.3	86	IT 业	4 000	外企
0708056	82	83	81.6	82.6	IT 业	3 000	国企
0708064	85	92	87.2	90.8	IT 业	4 000	外企
0708115	70	67	73.5	75.3	教育业	2 500	民营
.....

表 3 从表 2 数据中发现的部分关联规则

关联规则(Rules)	支持度/%	置信度/%
数据结构[83,100]→行业:IT	33.4	79.6
大学英语[82,95]→行业性质:外企	35.6	64.6
课程成绩测评[73.6,82.1]→收入[3 000,3 500]	57.2	78.5
课程成绩测评[80.6,96.9]→收入[3 500,4 000]	36.3	76.3
综合测评[75.8,85.7]→收入[3 000,3 500]	54.5	80.6
综合测评[83.6,110]→收入[3 500,4 000]	34.7	82.5
行业性质:外企→收入[3 500,4 000]	37.5	92

从发现的规则可看到分区是重叠的,这是因为先使用 k-means 算法对所有量化属性聚类,再把聚类投影到量化属性所在的域,形成重叠的区间,这种方法既考虑了事务之间的距离,又考虑了各属性间的关系,并且能发现更多的规则。同时使用改进的布尔关联规则方法,避免了重复扫描数据库和候选项集的问题,提高了关联规则挖掘效率。

由表 3 显示的关联规则可以看出:

(1)数据结构成绩在[83,100]的学生有 79.6% 从事 IT 行业,说明数据结构成绩好的学生适合 IT 行业,大部分学生都会从事 IT 行业;

(2)课程成绩测评在[80.6,96.9]的学生有 76.3% 收入在[3 500,4 000],说明课程成绩测评高的大部分学生收入很高;

(3)综合测评成绩在[83.6,110]的学生有 82.5% 收入在[3 500,4 000],说明综合测评成绩高的大部分学生收入很高;

(4)大学英语成绩在[82,95]的学生有 64.6% 从事的行业是外企,说明英语成绩好的学生大部分会选择外企;

(5)在外企工作的学生有 92% 收入在[3 500,4 000],说明在外企工作的学生收入都很高。

从以上信息可以发现,高校在制定计算机专业教育培养方案时,对数据结构课程应该重点关注,要让学

生好好学习该课程;英语也很重要,现在不少企业对员工的英语水平要求越来越高,英语好的学生大部分进入外企工作,而外企的工资待遇普遍很高,所以,学校要加大力度对学生的英语水平进行培养;学生也要注意其他课程的学习,所有课程学好了,收入相对也高些,同时,发现综合测评高的学生获得高收入的可能性更大,也就是说用人单位更注重学生的综合能力,所以,在培养学生时,要多注重综合能力的培养。这些信息对高校制定教育培养计划,提供了很好的指导和参考依据,对培养社会需要的应用型人才,提高高校毕业生就业率是很有帮助的。

4 结束语

文中提出了一种基于 k-means 的量化关联规则挖掘方法,将该方法应用于高校就业信息,发现学生的受教育属性和就业属性间的关系。该方法首先利用 k-means 算法对所有量化属性进行合理分区,将量化属性转化为布尔型,其次利用改进的布尔关联规则挖掘方法对此进行挖掘。就业信息数据实验证明,文中所提方法是有效的、可行的。当然该研究还有一些方面有待完善,如文中挖掘出了所有强关联规则,其中有些支持度和置信度都很高的强关联规则却是没有实际应用价值的,对挖掘出的量化关联规则是否有应用价值还要做进一步研究。

参考文献:

[1] Agrawal R, Imielinski T, Swami A. Mining association rules between sets of items in large databases[C]//Proceedings of the ACM - SIGMOD Conference on Management of Data. Washington, D C: [s. n.], 1993:207-216.

[2] Agrawal R, Srikant R. Fast algorithms for mining association rules in large databases[C]//Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Databases. [s. l.]: [s. n.], 1994:487-499.

[3] 付 沙,宋 丹. 基于矩阵的 Apriori 改进算法研究[J]. 微电子学与计算机,2012,29(5):156-160.

[4] 肖继海,崔晓红,陈俊杰. 基于 COFI-Tree 的 N-最有趣项目集挖掘算法[J]. 计算机技术与发展,2012,22(3):99-102.

[5] 李成军,杨天奇. 一种改进的加权关联规则挖掘方法[J]. 计算机工程,2010,36(7):55-57.

[6] Srisawat A. An application of association rule mining based on stock market[C]//Proc of 2011 3rd International Conference on Data Mining and Intelligent Information Technology Applications. [s. l.]: [s. n.], 2011:259-262.

[7] 王娟勤,李书琴. 关联规则挖掘在奶牛营养研究中的应用[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2010,38(9):155-160.

(下转第 212 页)

钮颜色显示为黑色,当鼠标按下或鼠标滑过时,按钮颜色变为蓝色。这样,不但增加了系统的美观性,而且还能给予用户一定的提示^[15]。

3.4 操作的交互演练及考评

利用鼠标自行操作演练,鼠标拾取工具对场景部件进行操作,或使用鼠标直接对场景部件进行操作,仿真真实操作过程。对演练中的错误操作,以对话框的形式提示,或者演示事故现象,加深学习人员对错误操作带来的严重后果的印象。对于考评中的操作,如果操作正确,最后会给出正确完成考评的提示;如果操作错误,则自动退出系统。

4 结束语

文中研究和提出了基于 Virtools 平台的井控仿真培训系统的制作方法,利用游戏引擎的特点和优势,快速地建立了可交互的井控仿真培训系统。该系统虚拟场景逼真、漫游功能齐全、可进行双视口显示、具有便捷的交互菜单,而且能够以网页的形式发布。用户能够在浏览器上进行多视点、多场景的浏览,让用户有非常逼真的临场感。

参考文献:

- [1] 曲宝,赵娅,赵琦.基于 Virtools 的虚拟家居漫游系统的设计与实现[J].计算机工程与科学,2009,31(12):130-133.
- [2] 贾月乐,丁鹏,张静,等.基于 Virtools 环境的三维建模及应用[J].计算机与信息技术,2009(9):41-42.
- [3] Ottosson S. Virtual reality in the product development process

(上接第 202 页)

- [8] 刘美玲,李熹,李永胜.数据挖掘技术在高校教学与管理中的应用[J].计算机工程与设计,2010,31(5):1130-1133.
- [9] Wang Yan, Le Jiajin, Huang Dongmei. A method for privacy preserving mining of association rules based on web usage mining[C]//Proc of International Conference on Web Information Systems and Mining, [s. l.]:[s. n.], 2010:33-37.

(上接第 208 页)

- [8] Warren W, Wie B, Geller D. Periodic-disturbance accommodating control of the space station for asymptotic momentum management[J]. Journal of guidance, control, and dynamics, 1990,13(6):984-992.
- [9] 胡珊,袁建平,李文华.空间站姿态控制和动量管理研究[J].航天控制,2004,22(5):36-41.
- [10] Shieh L S, Dib H M, McInnis B C. Linear quadratic regulators with eigenvalue placement in a vertical strip[J]. IEEE trans

[J]. Journal of Engineering Design, 2002,13(2):159-172.

- [4] 盖龙涛,陈月华.基于 Virtools 的交互式操作模型系统的设计与实现[J].计算机应用,2009,29(S2):308-310.
- [5] 刘明昆.三维游戏设计师宝典 Virtools 开发工具[M].成都:四川电子音像出版中心,2005.
- [6] 王丹东,徐英欣,胥林.三维游戏设计师宝典 Virtools 行为模块词典大全[M].重庆:电脑报电子音像出版中心,2009.
- [7] Virtools SDK Documentation[S]. France:Virtools,2006.
- [8] 康译友,张永策,方丽,等.基于 Virtools 的三维交互虚拟精馏实验室的构建[J].计算机工程与设计,2011,32(2):633-637.
- [9] 孙印杰,王敏,杨平,等.3ds max 9 实训教程[M].北京:电子工业出版社,2007.
- [10] 熊力.中文 3dsmax 案例教程[M].北京:科学出版社,2006.
- [11] 刘婧婧.3ds Max 模型与动画导入 Virtools 时遇到的问题以及解决方法[J].现代电影技术,2010(7):35-41.
- [12] 张晓宁,赵晓春,王翔,等.基于 Virtools 的园林三维漫游系统的设计与实现[J].中国农学通报,2009,25(4):175-178.
- [13] 褚中苇,魏东.交互设计在人机界面设计中的应用[J].艺术与设计(理论),2007(4):93-95.
- [14] 蔡伟,李龙华.水电站机电设备运行检修 3D 仿真培训界面设计[J].计算机技术与发展,2011,21(11):170-172.
- [15] Yu Byeong-Min, Roh Seak-Zoon. The effects of menu design on information-seeking performance and user's attitude on the World Wide Web[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2002, 53(11):923-933.

- [10] Srikant R, Agrawal R. Mining quantitative association rules in large relational tables[C]//Proceedings of the ACM SIGMOD Conference on Management of Data. Montreal, Canada: [s. n.], 1996:1-22.

- [11] Han J, Kamber M. Data Mining: Concepts and Techniques[M]. Beijing: Higher Education Press, 2001:229-230.

on automatic control, 1986,31(3):241-243.

- [11] Shieh L S, Dib H M, Ganesan S. Continuous-time quadratic regulators and pseudo-continuous-time quadratic regulators with pole placement in a specific region[J]. Control theory and application, 1990,137(5):297-301.
- [12] 于哲峰,杨智春.扫描镜运动对三轴稳定卫星姿态影响研究[J].西北工业大学学报,2003,21(1):87-90.

量化关联规则在高校就业信息数据中的应用

作者：[张晓萍](#)，[朱玉全](#)，[陈耿](#)，[ZHANG Xiao-ping](#)，[ZHU Yu-quan](#)，[CHEN Geng](#)

作者单位：[张晓萍, 朱玉全, ZHANG Xiao-ping, ZHU Yu-quan\(江苏大学 计算机科学与通信工程学院, 江苏 镇江, 212013\)](#)，[陈耿, CHEN Geng\(南京审计学院 信息科学学院, 江苏 南京, 210029\)](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

ISTIC

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2013(11)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201311050.aspx