

# 基于动态因子均值的动态帧时隙 ALOHA 算法研究

周少珂 张振平 崔琳

(河南应用技术职业学院信息工程学院 郑州 450042)

**摘要** 动态帧时隙 ALOHA 算法是基于概率型的 ALOHA 算法的改进算法。在一定范围内,该算法识别标签时,帧时隙数能够随着标签数量的增加而动态增加;但当识别大量标签时,由于读写器硬件的限制,资源利用率和系统吞吐量大大降低。针对此问题,提出了一种基于动态因子均值估计算法的动态帧时隙 ALOHA 算法。首先,使用动态因子均值标签估计法对标签数量进行准确估计;然后,使用所提出的动态帧时隙 ALOHA 改进算法对准确估计的标签进行分组,并按照分组依次进行识别;最后,分别对动态因子均值标签估计算法和应用该标签估计算法的动态帧时隙 ALOHA 算法进行仿真。仿真结果表明,所提标签估计算法能够对标签进行准确的估计,使估计误差保持在 5% 的范围内。基于动态因子均值标签估计算法的动态帧时隙 ALOHA 算法能够保证 30% 以上的高系统利用率,而且整个识别过程所需的帧时隙数比动态帧时隙 ALOHA 算法下降了 45% 左右。

**关键词** ALOHA, 算法, 动态因子, 标签, 帧时隙

**中图分类号** TP301 **文献标识码** A

## Dynamic Frame Time Slot ALOHA Algorithm Based on Dynamic Factor Mean

ZHOU Shao-ke ZHANG Zhen-ping CUI Lin

(College of Information Science and Engineering, Henan Vocational College of Applied Technology, Zhengzhou 450042, China)

**Abstract** The dynamic frame slot ALOHA algorithm is an improved algorithm based on the probabilistic ALOHA algorithm. Within a certain range, the algorithm identifies the tag, and the number of frame time slots can be dynamically increased as the number of tags increases. However, when a large number of tags are recognized, due to the limitations of the reader hardware, resource utilization and system throughput are greatly reduced. Aiming at this problem, this paper proposed a dynamic frame slot ALOHA algorithm based on dynamic factor mean estimation algorithm. First, it uses the dynamic factor mean tag estimation method to estimate the number of labels accurately. Immediately, to accurately estimate the label, the proposed dynamic frame slot ALOHA improved algorithm is used for grouping, in accordance with the group to identify. Finally, the dynamic factor mean value tag estimation algorithm and the dynamic frame time slot ALOHA algorithm with the tag estimation algorithm are simulated respectively. The simulation results show that the proposed algorithm can estimate the accuracy of the tag and keep the estimation error in the range of 5%. The dynamic frame time slot ALOHA algorithm based on the dynamic factor mean value estimation method can guarantee higher system utilization rate of 30% and so on. The number of frame slots required by the whole recognition process is about 45% lower than that of the dynamic frame slot ALOHA algorithm.

**Keywords** ALOHA, Algorithm, Dynamic factor, Tag, Frame time slot

## 1 引言

RFID 系统由标签、读写器和应用系统 3 部分组成<sup>[1]</sup>。在 RFID 系统中多标签在读写器可识别范围内传输数据时存在标签间碰撞问题,因此如何解决标签间的碰撞,提高系统的有效识别率和吞吐量是 RFID 系统应用最为核心的问题之一<sup>[2]</sup>。

标签数据通信按其访问接入方式可分为空分多址接入(Space Division Multiple Access, SDMA)、频分多址接入(Frequency Division Multiple Access, FDMA)、码分多址接入(Code Division Multiple Access, CDMA)和时分多址接入(Time Division Multiple Access, TDMA) 4 种<sup>[3]</sup>,通常 RFID 系统使用 TDMA 方式进行数据通信。

目前,采用 TDMA 方式的无源标签防碰撞算法按照其概率是否确定,可分为基于概率型的 ALOHA 算法和确定型的二进制树算法<sup>[4]</sup>。ALOHA 算法具体分为纯 ALOHA 算法、时隙 ALOHA (Slotted ALOHA, SA) 算法、帧时隙 ALOHA (Frame-Slotted ALOHA, FSA) 算法、动态帧时隙 ALOHA (Dynamic Frame-Slotted ALOHA, DFSA) 算法、改进动态帧时隙 ALOHA (Modified Dynamic Frame-Slotted ALOHA, MDFSA)、分组动态帧时隙 ALOHA (Group Dynamic Frame-Slotted ALOHA, GDFSA) 算法。二进制树算法具体可分为查询树(Query Tree, QT) 算法、二进制树搜索(Binary Tree Searching, BTS) 算法、动态二进制树搜索(Dynamic Binary Tree Searching, DBTS) 算法、回退式索引二进制树搜索(Re-

gressive Index Binary Tree Searching, RIBTS) 和跳跃式动态搜索(Jumping Dynamic Searching, JDS)算法<sup>[5]</sup>。

基于概率型的 ALOHA 算法和确定型二进制树算法各有优缺点,其中 ALOHA 算法的设计和实现较为简单,成本较低,识别用时较少,应用广泛,但识别效率和数据吞吐量较低,整体算法性能不稳定,易出现“标签饥饿”现象<sup>[6]</sup>;二进制树算法的标签识别率为 100%,不会出现“标签饥饿”的问题,但实现复杂,成本较高,需要的存储空间较大。本文对 ALOHA 算法及其改进算法进行深入分析<sup>[7]</sup>。

## 2 动态帧时隙 ALOHA 算法

在 RFID 系统中,一方面,在读写器识读范围内对近距离的标签进行识别,但无法正常识别远距离标签;另一方面,由于环境噪声的影响,本应在该时隙内对标签进行识别,但此时标签无法正常响应。通常把以上两种影响标签识别的因素称为捕获效应和环境噪声影响。鉴于此,对动态帧时隙 ALOHA 算法的改进不考虑上述两种因素的影响<sup>[8]</sup>。

通常状态下标签和读写器均为静止状态,标签在读写器可识别范围内相应的时隙下向读写器发送数据,同时发送数据的标签之间产生碰撞。当该帧内的时隙没有标签响应时,时隙为空闲时隙  $S_0$ , 当该帧内有时隙且仅有一个标签响应时,该时隙为成功时隙  $S_1$ , 当该帧内某一时隙同时有若干标签同时响应时,该时隙为碰撞时隙  $S_c$ 。对动态帧时隙 ALOHA 算法进行改进是为了提高帧内时隙的资源利用率和系统吞吐量<sup>[9]</sup>。

实际应用中,提高读写器硬件中的读写器位数比较困难且不易现实,因此读写器最大时隙数为  $2^8$  (256), 通常读写器的帧时隙数可以为 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256。如图 1 所示,在不同的帧时隙数下,不同的标签数相对应的标签吞吐率或系统资源利用率是不同的。

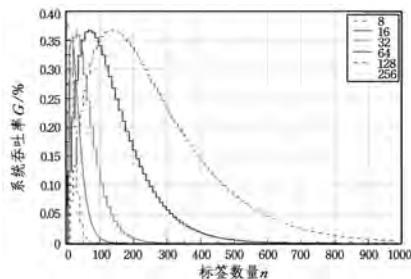


图 1 标签数目与吞吐率

当读写器所需识别标签数量相对较少时(如图 1 中标签数目在 350 左右时仍保持 35%左右的吞吐量),可根据动态帧时隙 ALOHA 算法动态调整帧长,以此来保证系统的最大资源利用率和吞吐量。当识别的标签数量远远超过 500 时,随着标签增加,系统吞吐率降低,此时不适合使用动态帧时隙 ALOHA 算法,因此针对所需识别标签的不同情况,需对此动态帧时隙 ALOHA 算法进行改进和优化。

当 RFID 读写器所需识别标签相对较少时(通常,标签数小于或等于 350),如图 1 所示,帧时隙数为 2 的指数次方依此增长,最大值为 256;帧时隙数不同,读写器在最大吞吐率下识别的标签数目不同,相邻的两时隙帧曲线的交点即为标签识别率的拐点;当所需识别标签数目超过此相邻曲线的交点时,帧时隙数就相应增加 1 倍,以此保证较高的标签识别

率,在此种情况下使用动态帧时隙 ALOHA 算法来动态调整帧长。

此时应使标签数等于动态帧时隙数,图 1 中求出了相邻两条曲线交点的标签数目,后文将进一步确定帧时隙数。本文中帧长为  $L$ , 标签数为  $N$ , 同一个时隙能够识别的标签数为  $r$ , 同一帧中标签选择每一时隙的概率相等,且标签选择时隙的过程服从二项分布。由式(1)和式(2)可求出相邻两条曲线中交点处  $P_L = P_{2L}$  的标签数目。

$$P_L = B(r=1) = C_N^1 \left(\frac{1}{L}\right)^1 \left(1 - \frac{1}{L}\right)^{N-1} = \frac{N}{L} \left(1 - \frac{1}{L}\right)^{N-1} \quad (1)$$

$$S = \frac{\text{成功发送数据信息的时隙数}}{\text{帧长度 } L} = \frac{L \cdot P_1}{L} = P_1 \quad (2)$$

$$P_L = P_{2L} \quad (3)$$

$$N_L = N_{2L} = \frac{\ln 2}{\ln\left(\frac{2L-1}{2L-2}\right)} + 1$$

由式(3)即可得出标签在交点处的数目,若估计标签的数目超过  $N_L$  ( $N_L = N_{2L}$ ), 则帧长增大 1 倍;若估计标签数目小于  $N_L$  ( $N_L = N_{2L}$ ), 则帧长缩小一半;若估计标签数目大致相同,则帧长不变。以上 3 种情况适用于非大量标签识别的动态帧时隙 ALOHA 算法,可在一定标签数目范围内根据标签数目的增加动态调整帧长,进而提高系统的吞吐量并保证系统的稳定性,如表 1 所列。

表 1 标签数目与最佳帧长的对应关系

待识别标签数	分组数	最佳帧长
1	1	2
2~3	1	4
4~7	1	8
8~11	1	8
12~15	1	16
16~22	1	16
23~31	1	32
32~44	1	32
45~63	1	64
64~88	1	64
89~127	1	128
128~176	1	128
177~256	1	256
256~354	1	256

## 3 标签数目估计算法的改进

RFID 读写器需要识别大量标签,由于读写器的硬件原因,动态帧时隙 ALOHA 算法的最大帧长时隙数为 256,随着标签数量增大,系统吞吐量降低,从而增大了标签之间的碰撞概率,因此本文在动态算法的基础上进行改进,提出基于分组的动态帧时隙 ALOHA (GDFSA) 防碰撞算法。此时分组的思想是把大量的标签分成不同组,组与组通过一定的算法最终被读写器全部识别。

分组之前对标签数目进行准确的估算成为改进和研究该算法的重点,即对大量标签进行准确估算并做好合理的分组,读写器按照分组识别全部标签。

### 3.1 动态因子均值估计算法

在 Schoute 标签估计算法<sup>[10]</sup>中读写器识别标签时,标签整体呈泊松分布。当标签之间发生碰撞时利用碰撞的时隙预估标签数,若某一时隙发生碰撞,则该时隙碰撞标签数至少

为2。Schoute提出标签估计公式  $N = 2.39 * C$ , 精确了未识别的标签数, 此公式适用于静态的环境识别。Vogt 标签估算法<sup>[11]</sup>利用切比雪夫不等式来预估标签数, 通过理论中的空闲、成功、碰撞时隙与实际中空闲、成功、碰撞时隙的差值使  $\epsilon$  取得 Min 最小值,  $N$  在  $[S_1 + S_{\geq 2}, \dots, 2(S_1 + S_{\geq 2})]$  范围内所得到的数值就是标签的估计值, 该方法适用于于标签动态增加的环境中。

通过上述方法对标签的估算能达到一定程度的精确化, 但标签的估算值仅通过本次标签的识别过程来估算下一次将要识别的标签<sup>[12]</sup>。在某种程度上对标签的估计还没有更加精确化, 因此本文在结合两种思想的前提下, 提出了一种动态因子均值估算法。

假设: 1) 第  $i$  次查询之后空闲时隙数为  $C_s(i)$ , 成功时隙数为  $C_v(i)$ , 碰撞时隙数为  $C_c(i)$ ,  $K$  为未知的动态因子即预估标签数; 2) 每次估算下次识别的标签时, 因空闲时隙没有标签, 成功时隙仅有 1 个识别的标签, 识别结束之后标签就进入休眠状态(不可再次识别), 因此在估算下一帧标签时只考虑本次的碰撞时隙数  $C_c(i)$ 。

动态因子均值估算法的思想如图 2 所示。通过读写第  $i$  次的查询结果, 预估出下一帧  $i+1$  次的标签数  $N_x(i+1) = k * C_c(i)$ ,  $k$  即为所求的动态因子; 待第  $i+1$  次查询时根据 Schoute 法和 Vogt 法估算标签, 并做均值处理。因为成功的时隙数中必定有 1 个标签被识别, 所以 Schoute 法预估标签数  $N_s = 1 * C_s(i+1) + 2.39 * C_c(i+1)$ , 在 Vogt 法中当标签数估计值在  $[S_1 + S_{\geq 2}, \dots, 2(S_1 + S_{\geq 2})]$  范围内时使  $\epsilon_{\min}$  取到最小值, 记作  $N_{\epsilon_{\min}}$ , 标签数目均值为  $N_{s,v,\epsilon} = (N_s + N_{\epsilon_{\min}}) / 2 = (C_s(i+1) + 2.39 * C_c(i+1) + N_{\epsilon_{\min}}) / 2$ ; 根据此时标签数目的均值和  $N_x$  对相对误差  $\delta$  进行处理, 使相对误差最小(见式(4)), 从而求出动态因子  $K$  值, 最终完成对预估标签的准确估计。

$$\sigma = \left| \frac{N_x(i+1) - N_{s,v,\epsilon}}{N_{s,v,\epsilon}} \right| \quad (4)$$

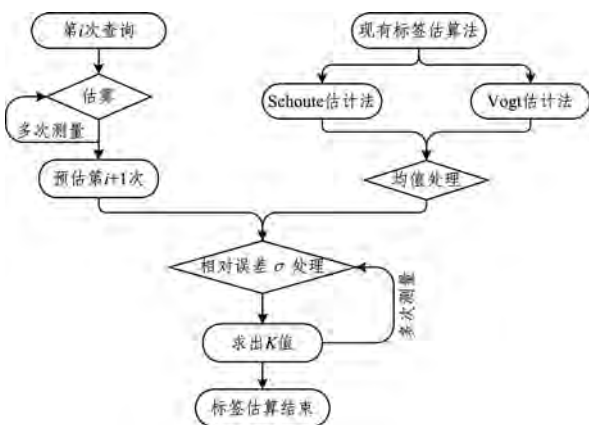


图2 动态因子均值估算法

将各个量代入公式并使相对误差  $\sigma$  最小, 此时, 对  $\sigma$  完全平方之后再对  $K$  进行函数求导, 因此求出的结果较为准确。由式(4)得:

$$\sigma^2 = \left| \frac{N_x(i+1) - N_{s,v,\epsilon}}{N_{s,v,\epsilon}} \right|^2$$

$$\frac{d\sigma^2}{dK} = \frac{d \left| \frac{N_x(i+1)}{N_{s,v,\epsilon}} - 1 \right|^2}{dK} = 0$$

$$K = \frac{C_s(i+1) + 2.39 * C_c(i+1) + N_{\epsilon_{\min}}}{2C_c(i)}$$

由此可得  $K$  值, 但此时第  $i+1$  次标签估计值不可能经过本次查询之后再作估计, 因此  $K$  值可根据变量  $i$  做调整, 使  $K$  值由第  $i$  次和第  $i-1$  次的查询所决定, 仅与最近的上两次查询有关。调整后的  $K$  值计算公式为:

$$K = \frac{C_s(i) + 2.39 * C_c(i) + N_{\epsilon_{\min}}}{2C_c(i-1)} \quad (5)$$

根据动态因子均值的大小, 最终可求出预估第  $i+1$  次查询时的标签数目:

$$N_x = K * C_c(i) = \frac{C_s(i) + 2.39 * C_c(i) + N_{\epsilon_{\min}}}{2C_c(i-1)} * C_c(i) \quad (6)$$

### 3.2 改进估算法的仿真与结果

如图 3 所示, 对上述 Schoute 标签估算算法、Vogt 标签估算法和动态因子均值估算法进行系统仿真, 标签数量从 1 增加到 1000, 并根据估算值和真实值来计算误差范围, 即标签估算算法出错的概率(见式(7))。

$$P_{\text{出错}} = \left| 1 - \frac{n_{\text{估计}}}{n_{\text{真实}}} \right| \quad (7)$$

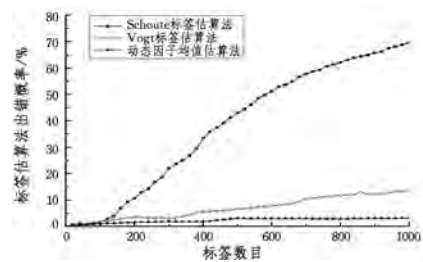


图3 标签估算算法出错概率

分析图 3 可知, 标签数目在 150 以下时 3 种标签估算算法的出错概率均在 5% 以下, 标签的估计数目和标签的真实数目结果大致相同, 在合理的误差范围之内; 随标签数量的增加, Schoute 估算法的出错概率迅速增加, 当标签数量为 1000 时, 该估算法的误差在 70% 左右, Vogt 估算法的标签出错概率远低于 Schoute 估算法, 但标签数量增大到 1000 时, 对其真实标签数量估计的误差也达到 15% 左右。本文提出的标签估算算法在整个标签增加的过程中出错的概率较为稳定, 误差始终保持在 5% 以下。

因此采用动态因子均值标签估算算法能更加准确地对标签数量进行估算, 为标签的分组提供了依据。

### 4 动态因子均值算法下的标签分组

在需要识别大量标签的环境中使用本文提出的动态因子均值估算算法能够对标签做准确的估算, 进而对标签分组<sup>[13]</sup>。由于读写器硬件限制, 读写器中的帧时隙数最大为 256, 从提高系统吞吐量和资源利用率来看, 标签分为多少组和多少标签分为一组亦是研究的重点。

由图 1 可知, 在相邻曲线的交点处系统的吞吐率相同, 当所需识别标签数远远大于帧时隙数 256 时, 就要对标签进行分组, 相邻曲线的交点是吞吐量的拐点。假设相邻的两组为  $n$  组和  $n+1$  组时所需识别标签数量为  $r$ , 相邻的两条曲线交点处的概率相同  $P_n = P_{n+1}$ , 则有:

$$P_n = P_{n+1}$$

$$\left(\frac{r}{n}\right)\left(\frac{1}{256}\right)\left(1-\frac{1}{256}\right)^{\frac{r}{n}-1}=\left(\frac{r}{n+1}\right)\left(\frac{1}{256}\right)\left(1-\frac{1}{256}\right)^{\frac{r}{n+1}-1}$$

$$r=n(n+1)\frac{\ln(n+1)-\ln(n)}{\ln 256-\ln 255} \quad (8)$$

结合式(8)和动态因子均值标签估计算法对大量的标签进行准确的估算,然后将估算值代入式(8)找到使公式成立的相应分组数(如表 2 所列),不同数量的标签形成不同的分组方案。

表 2 分组方案

待识别标签数	分组数	最佳帧长
1	1	2
2~3	1	4
4~7	1	8
8~11	1	8
12~15	1	16
16~22	1	16
23~31	1	32
32~44	1	32
45~63	1	64
64~88	1	64
89~127	1	128
128~176	1	128
177~256	1	256
256~354	1	256
355~511	2	256
512~622	2	256
623~883	3	256
884~1023	4	256
1024~1141	4	256
...	...	...

如图 4 所示,RFID 系统读写器与未知标签  $n$  之间的识别方法分为以下几步:1)未知标签  $n$  进入该识别系统的范围内,读写器对标签进行估算,使用动态因子均值估计算法估算出标签的准确数目,判断是否进行分组;2)当估算未知标签数  $n$  小于 354 时,不用对标签进行分组,只需根据识别标签增加的数目而使用动态帧时隙 ALOHA 算法,使帧时隙数等于标签数,从而保证较高的吞吐量和系统资源利用率;3)当再次识别估算出的标签数  $n$  大于 354 时,对标签进行分组,根据不同的分组依次识别组内每个标签,此时帧最大时隙数  $N=256$ ;4)当最后组内相应的标签数再次小于 354 时,转向步骤 2)重新执行,直到最终所有的标签全部被识别。

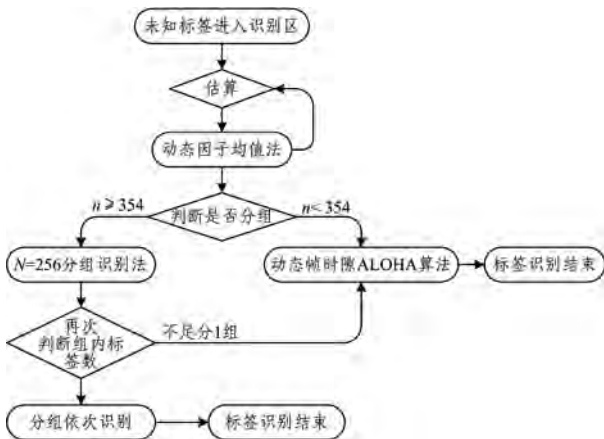


图 4 改进算法的流程图

本文对动态帧时隙 ALOHA 算法的改进包括以下两个方面:1)对估算标签数目的改进,即提出了动态因子均值标签估计算法,进一步降低了标签估计的误差。2)当大量标签需

要分组时对分组进行改进,即以 354 标签数为分界值,当估算的标签数目小于该值时不用对标签分组,随着标签增加,使用动态帧时隙 ALOHA 算法动态调整帧长可使系统效率达到最佳;当标签数量大于 354 时需要将标签进行分组,依次对每组进行识别。

### 5 改进动态帧时隙 ALOHA 算法的仿真

在 Windows 7 操作系统环境下使用 MATLAB R2015b 软件对动态帧时隙 ALOHA 算法和本文的改进算法进行仿真,仿真时所需识别的标签数量从 0 增加到 1000,帧时隙数为  $2^n$  ( $n$  由读写器的硬件限制,最大取值为 8),最大帧时隙数为 256。

标签数目与系统效率的仿真结果如图 5 所示。分析可知:1)当识别标签数为 0 到 300 左右时动态帧时隙 ALOHA 算法和本文的改进算法的系统效率基本处于重合状态,即针对此范围内的标签使用动态帧时隙 ALOHA 算法或本文改进算法均可;2)当识别标签数在 300 左右时无论是动态帧时隙 ALOHA 算法还是改进算法,系统效率均达到了最大值 36%左右;3)当识别标签为 300~1000 时,动态帧时隙 ALOHA 算法的效率随着标签数量的增大而不断下降,标签数达到 1000 时系统的效率仅仅为 11%左右;而对于本文算法,随着标签的增加,系统效率一直处于稳定的状态,始终都保持在 30%以上。

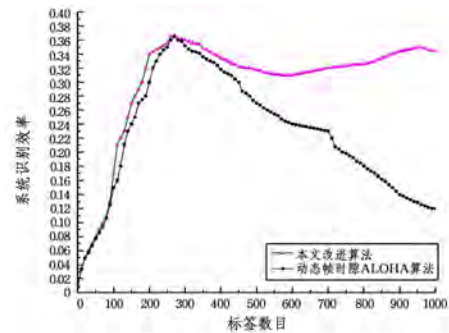


图 5 标签数目和系统效率

标签数目和识别消耗的时隙数的仿真结果如图 6 所示。分析可知:1)当识别标签数目少于 220 时,动态帧时隙 ALOHA 算法和本文改进算法所消耗的时隙数基本相同,曲线基本上处于重合状态,两种算法识别标签时所需的时隙数相差无几;2)在识别标签数目多于 220 且一直增加到 1000 的过程中,使用动态帧时隙 ALOHA 算法识别标签所需时隙呈线性增加,使用本文改进算法识别标签所需时隙基本处于平稳的状态;3)当识别标签达到 1000 时,本文改进算法所消耗的时隙数比动态帧时隙 ALOHA 算法所消耗的时隙数减少了一半,大大提高了标签的识别效率和系统资源利用率。

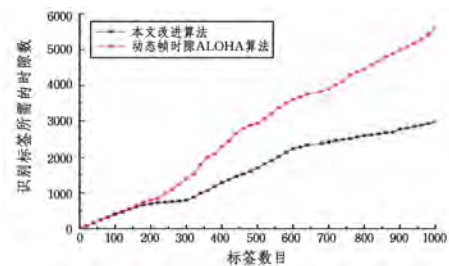


图 6 标签数目和识别消耗的时隙数

发布商点击欺诈检测问题的要求。

**结束语** 非平衡数据集中少数类别样本的检测是实际工作中经常会遇到的问题,针对非平衡数据的分类检测也一直是异常检测研究的重要内容。通常,少数类数据代表危害较大的恶意或非法行为,对该类别样本的检测必须要有较高的准确度。本文分别利用RUS、SMOTE及SOME+ENN 3种方法,结合SVM算法对网络在线广告欺诈点击问题进行研究。实验结果表明,使用SOME+ENN混合采样方法,结合SVM算法对网络在线广告欺诈点击检测最为有效,其对少数类实施点击欺诈的非法广告发布商的检测率达95%左右。

### 参考文献

- [1] ZHANG S, SADAOUI S, MOUHOU M. An Empirical Analysis of Imbalanced Data Classification[J]. *Computer & Information Science*, 2015, 8(1): 151-162.
- [2] 尹留志. 关于非平衡数据特征问题的研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2014.
- [3] JIAN C, GAO J, AO Y. A new sampling method for classifying

imbalanced data based on support vector machine ensemble[J]. *Neurocomputing*, 2016, 193(C): 115-122.

- [4] VAPNIK V N. The nature of statistical learning theory [M]. New York: Springer Verlag, 1995.
- [5] 崔建明. 基于SVM算法的文本分类技术研究[J]. *计算机仿真*, 2013, 30(2): 299-302.
- [6] 董亚楠, 刘学军, 李斌. 一种基于用户行为特征选择的点击欺诈检测方法[J]. *计算机科学*, 2016, 43(10): 145-149.
- [7] OENTARYO R, LIM E P, FINEGOLD M, et al. Detecting click fraud in online advertising: a data mining approach [J]. *Journal of Machine Learning Research*, 2014, 15(1): 99-140.
- [8] CHAWLA NV, BOWYER KW, HALL LO, et al. SMOTE: synthetic minority over-sampling technique[J]. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 2011, 16(1): 321-357.
- [9] GUSTAVO E A, BATISTA P A, RONALDO C, et al. A study of the behavior of several methods for balancing machine learning training data[J]. *SIGKDD Explorations*, 2004, 6(1): 20-29.
- [10] 于化龙, 高尚, 赵靖, 等. 基于过采样技术和随机森林的不平衡微阵列数据分类方法研究[J]. *计算机科学*, 2012, 39(5): 190-194.

(上接第331页)

通过仿真结果得出,对于基于概率型的动态帧时隙ALOHA算法及其改进算法,其系统效率即系统吞吐量不会超过37%。当标签数等于帧时隙数时系统有最大的吞吐量36.8%;当标签相对少量时,随着标签的增加,使用动态帧时隙ALOHA算法会使系统效率达到最大值;但当标签超过一定数量继续增加时,动态帧时隙ALOHA算法已不适应情况,使用本文的动态帧时隙ALOHA改进算法来识别标签能维持较高的系统效率和吞吐量。

**结束语** 本文在标签估计中提出了动态因子均值估计算法,并对该标签估计算法进行了MATLAB仿真。本文算法能够对未识别标签进行准确地估计,使估计的误差率维持在5%左右,为下一步准确地分组提供依据。最后结合该标签估计算法对动态帧时隙ALOHA算法进行改进。对动态帧时隙ALOHA改进算法通过MATLAB进行识别标签数量从0增加到1000的仿真。仿真实验证明:1)基于动态因子均值标签估计算法的动态帧时隙ALOHA算法能够保证帧时隙的较高的系统利用率且稳定在30%以上。2)基于动态因子均值标签估计算法的动态帧时隙ALOHA改进算法能够使用较少的帧时隙数完成标签的识别任务,比传统动态帧时隙ALOHA算法所用帧时隙数减少了45%左右。

本文重点是对标签估计算法做出改进,下一步可以在此基础上重点对标签分组法进行改进,使基于概率型的ALOHA算法的帧时隙资源利用率更加逼近理论值,使系统吞吐率更加稳定。

### 参考文献

- [1] 单剑锋, 陈明, 谢建兵, 等. 基于ALOHA算法的RFID防碰撞技术研究[J]. *南京邮电大学学报(自然科学版)*, 2013, 33(1): 56-61.

- [2] 潘雪峰, 曹加恒, PAN X F, 等. 一种改进的动态帧时隙ALOHA算法[J]. *微电子学与计算机*, 2016, 33(6): 95-99.
- [3] GITAKRISHNAN R, SATISH U. Fitted dynamic framed slotted ALOHA anti-collision algorithm in RFID systems[C]// *Proceedings of the International Conference on Information Technology and Multimedia*. 2012: 1-6.
- [4] 潘思丞, 王慧琴, 张小红. 静态环境中分组ALOHA防碰撞算法研究[J]. *计算机工程与应用*, 2016, 52(20): 114-117.
- [5] 杨帆, 徐焕良, 谢俊, 等. 基于双空闲因子的RFID防碰撞算法研究[J]. *计算机工程与科学*, 2016, 38(7): 1440-1446.
- [6] XU Y, CHEN Y. An improved dynamic framed slotted ALOHA Anti-collision algorithm based on estimation method for RFID systems[C]// *Proceedings of the IEEE International Conference on RFID*. 2015: 1-8.
- [7] 刘金艳, 冯全源. 无线射频识别多标签防碰撞算法综述[J]. *计算机集成制造系统*, 2014, 20(2): 440-451.
- [8] 卢迪, 李绅龙, 许成舜. CHI标签估计下自适应帧长调整DFSA算法[J]. *哈尔滨理工大学学报*, 2015, 20(1): 56-60.
- [9] CHONG S K, LAI N S. Dynamic framed slotted ALOHA algorithm for RFID systems with enhanced tag estimation technique [C]// *proceedings of the IEEE International Conference on Rfid-Technologies and Applications*. 2013 .
- [10] SCHOUTE F C. Dynamic Frame Length ALOHA [J]. *Mobile Communications*, 1983, 31(4): 565-568.
- [11] VOGT H. Efficient Object Identification with Passive RFID Tags[C]// *2002 IEEE International Conference on Proceedings of the Systems, Man and Cybernetics*. 2002.
- [12] 庞宇, 彭琦, 林金朝, 等. 基于分组动态帧时隙的射频识别防碰撞算法[J]. *物理学报*, 2013, 62(14): 488-495.
- [13] 钱东昊, 张琨, 张磊. 基于标签识别码分组的防碰撞算法研究[J]. *计算机应用与软件*, 2015, 32(7): 252-254.