

文章编号:1671-251X(2012)07-0004-03

陈鸿. 井下人员定位系统防碰撞算法改进[J]. 工矿自动化, 2012(7):4-6.

## 井下人员定位系统防碰撞算法改进

陈 鸿

(重庆电子工程职业学院, 重庆 401331)

**摘要:**为解决井下人员定位系统中多个标签向接收器发送信息时产生的数据碰撞问题,提出了一种改进的二进制指数退避算法。该算法采用乘法增加、线性减小的碰撞窗口调整方式,设定了两个阈值,并根据不同网络流量制定了不同的退避发生器值更新规则,同时同步更新优化窗口值,使标签能够自适应快速接入信道。测试表明,改进后的算法最大并发识别数量为150,最大位移速度为10 m/s,均优于经典的二进制指数退避算法。该算法提高了数据传输率,减少了漏卡率,有效地解决了井下多目标识别的防碰撞问题。

**关键词:**矿井; 人员定位; 防碰撞算法; 二进制指数退避算法

中图分类号:TD655.3 文献标识码:A 网络出版时间:2012-07-02 09:39

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20120702.0939.002.html>

Improvement of Anti-collision Algorithm of Underground Personnel Positioning System

CHEN Hong

(Chongqing College of Electronic Engineering, Chongqing 401331, China)

**Abstract:** In order to solve data collision problem caused by multiple tags sending information to receptor in underground personnel positioning system, an improved algorithm of binary exponential backoff was proposed. The algorithm sets two threshold values by way of multiple increase and linear decrease to adjust collision window, and makes different update rules for value of backoff generator according to different network traffic. At the same time, it synchronizely optimizes the window value to make the tag adaptively and quickly access channel. The tests showed that the maximum number of concurrent identification number of the improved algorithm is 150, and the maximum displacement speed is 10 m/s, both are superior to the classical binary exponential backoff algorithm. The algorithm improves data transmission rate and reduces card leakage rate, which is an effective solution for anti-collision problem of underground multi-target recognition.

**Key words:** mine, personnel positioning, anti-collision algorithm, binary exponential backoff algorithm

### 0 引言

我国是世界上矿难事故最多的国家之一,在发生矿难事故时快速、准确、实时地确定井下人员的信息,从而提高抢险救灾、安全救护的效率,是矿井人员管理的主要目标。目前国内煤矿普遍采用基于RFID技术的矿井人员定位系统实现对井下人员的

准确定位<sup>[1-2]</sup>。AQ6210—2007《煤矿井下作业人员管理系统通用技术条件》中明确要求井下人员定位系统的并发识别数量不得小于80,最大位移速度不得小于5 m/s,而漏卡率不得大于 $10^{-4}$ ,因此,在人员定位系统的设计中必须考虑标签与读卡器之间的防碰撞算法<sup>[3]</sup>。

在RFID系统中,防碰撞算法主要有空分多路

收稿日期:2012-05-10

基金项目:重庆市教育委员会科学技术研究项目(KJ112202)

作者简介:陈鸿(1962-),女,重庆人,副教授,硕士,主要从事图形图像处理 and 计算机控制及其应用方面的教学与科研工作。E-mail: cqcetchenhong@163.com

法(SDMA)、频分多路法(FDMA)、时分多路法(TDMA)3种。SPWM天线系统复杂,费用高,应用不是很广泛。FDMA读卡器费用较高,应用也受到了限制。目前煤矿应用最为广泛的防碰撞算法是TDMA中最具代表性的ALOHA(Additive Link On-link Hawaii Algorithm)。该算法的主要特点是各标签发射时间完全随机,不需要同步,当标签数量不多时RFID系统可以很好地工作,其缺点是数据在发送过程中发生冲突的概率大<sup>[4]</sup>。本文针对煤矿井下工作环境的特殊性,基于碰撞退避思想,对二进制指数退避(Binary Exponential Backoff, BEB)算法进行分析,并提出相应的改进算法,从而进一步减小了井下人员定位系统的漏卡率。

## 1 碰撞退避原理

碰撞退避算法即发生数据碰撞后标签暂时退出竞争,延迟一段时间后再次尝试发送,采用碰撞避免机制而不是碰撞检测。实行退避的目的是为了降低重发时再次发生碰撞的可能性。退避时间的长短与标签内部的随机数相关,可用式(1)确定:

$$\text{BackoffTime} = \text{Random}() \times \text{aSlotTime} \quad (1)$$

式中:Random()是均匀分布在 $0 \sim CW$ 之间的随机数,CW为退避发生器的值,由退避算法确定;aSlotTime是物理层的时隙时间。

退避算法是维护退避发生器的算法,退避时间长短可通过改变退避发生器值的大小来控制。当退避发生器值较大时,产生的随机时间一般较长;当退避发生器值较小时,产生的随机时间一般较短。显然,退避发生器的值越小,数据抢占信道的能力越强,退避发生器的值反映了标签接入信道的能力。退避算法的目标是正确反映标签的信道争用状况,赋予标签适当抢占信道的能力,以更加充分地利用信道资源,避免争用碰撞和信道资源浪费。

## 2 BEB算法及其改进

### 2.1 BEB算法

BEB算法首先给定最小碰撞窗口和最大碰撞窗口,每次发生碰撞时,认为网络中标签之间对信道的竞争程度加剧。标签将当前的CW值增大,直至达到最大门限值 $CW_{\max}$ ;每次交互成功时,退避发生器的值降到最小。该算法可用式(2)描述:

$$CW = \begin{cases} CW_{\min} & \text{成功} \\ \min(2CW, CW_{\max}) & \text{失败} \end{cases} \quad (2)$$

BEB算法的主要不足:(1)不能正确反映信道

的争用情况。一次成功发送不能认为信道竞争程度降低了,但退避发生器的值却降到了最小。(2)标签访问信道会带来不公平现象。一次成功发送后,标签退避发生器的值降为最小值,而其它交互不成功标签的退避发生器的值都较大,在后续的竞争,退避发生器值较小的标签获胜的几率很大。这就使得获胜的标签优势越来越明显,而其它标签更加不容易抢占到信道,造成严重的不公平现象。

### 2.2 算法改进

针对BEB算法的不定,提出一种改进算法,根据当前碰撞窗口CW值和信道忙闲程度来改善CW更新规则,使其具有一定的自适应性。改进的二进制碰撞退避算法采用乘法增加、线性减小的碰撞窗口调整方式,设置退避的低流量阈值 $CW_1$ 和高流量阈值 $CW_2$ ,根据网络流量大小对碰撞窗口采取不同的更新规则并同步更新优化窗口值,使标签能够自适应快速接入信道。算法规定: $CW \geq CW_2$ 时,网络流量较大; $CW \leq CW_1$ 时,网络流量较小。在低流量下设置较小的 $CW_{\min}$ 值,使节点能够快速接入,减少信道空闲浪费;在大流量下使CW平滑变化,以避免节点间的碰撞窗口值相差较大,造成短程不公平现象。

改进算法具体描述如下:

(1) 初始化,取较小的 $CW_{\min}$ 。

(2) 当 $CW_{\min} \leq CW < CW_1$ 时,采取乘法增加、线性减小的方式调整CW值。若标签发送失败,CW增加为原来的 $\alpha$ 倍;若标签发送成功,CW线性减少一个固定值 $\beta$ ,碰撞窗口CW值平缓变化。参数 $\alpha$ 和 $\beta$ 可根据需要预先设定(如 $\alpha=2, \beta=2$ )。

(3) 当 $CW_1 \leq CW < CW_2$ 时,进行窗口调整。若信道忙,则进入高流量调整窗口;若标签发送成功,则将CW置为 $(CW_1 - 2)$ ,并进入低流量窗口。

(4) 当 $CW_2 \leq CW \leq CW_{\max}$ 时,认为网络流量大,采用乘法增加、乘法减小的方式调整CW。当信道忙碌时,CW增加为原来的 $\alpha$ 倍(取 $\alpha=1.3$ ),此时CW自身值较大;若标签发送成功,CW减小为原来的 $\beta$ 倍(取 $\beta=0.8$ )。

(5) 标签连续3次发送成功时,认为CW为粗略优化值,在1跳范围内同步更新CW。

## 3 改进的BEB算法性能测试及分析

### 3.1 性能测试方法

AQ6210—2007明确规定了人员定位系统主要技术指标的测试方法。其中“最大并发识别数量”指

标测试方法:多张识别卡以最大位移速度同时通过读卡器识别区,测量读卡器正确识别的识别卡最大数量。“最大位移速度”指标测试方法:以最大并发数量的识别卡同时通过读卡器识别区,测量读卡器能够正确识别的最大速度。但在实际测试过程中,位移速度很难精确控制。因此本文对该方法进行了改进,将位移速度换为识别时间。AQ 6210—2007规定识别卡与读卡器之间的无线传输距离不小于10 m,而在实际应用中大多控制在10 m左右,所以识别卡能够被读卡器识别的范围为20 m。如果要求位移速度为5 m/s,则相当于识别卡能够被读卡器识别的时间为4 s,可以通过程序将读卡器的收卡时间控制为4 s。由于时间可以精确控制,而位移速度与识别时间是严格对应的,因此改进后的测试方法较易实现。下面利用该测试方法对BEB算法和改进算法进行性能分析对比。

### 3.2 最大并发识别数量比较

AQ6210—2007规定的“漏卡率”指标测试方法:并发数为 $M$ 的识别卡以最大位移速度通过读卡器识别区,共通过不低于 $10^4/M$ 次,识别总数为 $L$ ,将每次漏读的个数相加得 $N$ ,则漏卡率为 $N/L$ 。设识别卡固定位移速度为5 m/s(即识别时间为4 s), $L=10\ 000$ 。分别用标签数为40、60、80、100、150、200的识别卡,通过识别区 $L/M$ 次,采用BEB算法和改进后的BEB算法进行测试,得到相应的漏卡统计结果,见表1。

表1 漏卡情况统计

标签数	40	60	80	100	150	200
BEB算法漏卡数	0	0	11	68	463	3 527
改进算法漏卡数	0	0	0	0	1	29

从表1可看出,BEB算法的最大并发识别数量为60;而改进算法的最大并发识别数量为150,远远超过AQ6210—2007中规定的80。同时,随着标签数的增加,BEB算法的漏卡数急剧上升。可见,改进算法在最大并发识别数量上要优于经典BEB算法,在一定程度上降低了冲突概率,有效地减少了数据的碰撞。

### 3.3 最大位移速度比较

设标签数 $M=60$ ,识别总数 $L=10\ 020$ ,通过识别区167次,位移速度分别为5、6、7、8、9、10 m/s(即识别时间分别为4、3.3、2.9、2.5、2.2、2 s),采用

BEB算法和改进后的算法进行测试,得到相应的漏卡统计结果,见表2。

表2 漏卡情况统计

识别时间/s	4	3.3	2.9	2.5	2.2	2
BEB算法漏卡数	0	0	5	13	22	52
改进算法漏卡数	0	0	0	1	0	1

从表2可以看出,BEB算法的最小识别时间为3.3 s,即最大位移速度为6 m/s,而改进算法的最小识别时间为2 s,即最大位移速度为10 m/s。可见改进算法在最大位移速度上也优于经典BEB算法。

## 4 结语

通过设定两个阈值,根据不同网络流量制定不同的CW更新规则,并同步更新优化窗口值,对BEB算法进行了改进,在设计和实现上兼顾了阅读器和射频标签通信的速度和可靠性,加快了碰撞窗口值的优化速度,提高了数据传输速度,减少了标签漏卡率。测试表明,改进算法的最大并发识别数量为150,最大位移速度为10 m/s,均优于经典BEB算法。因此,改进算法能够有效解决井下多目标识别的防碰撞问题,增强煤矿生产的安全性,具有广阔的应用前景。

### 参考文献:

- [1] 石为人,冯会伟,唐云建.一种无线传感器网络MAC层协议设计与实现[J].计算机科学,2009(7):60-62.
- [2] 陈鸿,牟颖,马成.基于RFID的动态瓦斯巡更管理系统[J].矿业安全与环保,2010(4):34-36.
- [3] 张志荣,张龙江,杜鹃.基于RFID煤矿井下人员定位防碰撞研究[J].辽宁工程技术大学学报:自然科学版,2010,29(3):490-493.
- [4] WANT R. Enabling Ubiquitous Sensing with RFID[J]. Computer,2004,37(4):84-86.
- [5] 李凡甲,徐钊,颜丙磊,等.基于WSN的煤矿井下人员定位系统防碰撞算法的研究[J].工矿自动化,2009(1):9-12.
- [6] 赵洪钢,史浩山.一种无线传感器网络信道接入自适应慢速退避算法[J].传感技术学报,2006,19(2):515-519.