

大规模智能组卷系统中的冲突消除方法研究

房彩丽 郑逢斌 王玉璟

(河南大学计算机与信息工程学院 开封 475001)

摘 要 当前的大规模智能组卷系统中采用超高频辨识技术完成任务调度,常用的反向散射耦合调度方式因缺少时间上的沟通性而容易产生冲突。为此提出了一种基于功率控制的改进帧时隙防冲突算法。在控制中,引入功率作为调控的依据,读写器按照系统信干比的情况,自主调控自身的发射功率来保证时间间隔,读写器先向作用区域中的标签发送查询命令,记录区域中的标签总数,对信号进行分组描述,在确保读写器读写距离的同时降低信号覆盖区域的繁杂度。实验表明,该方法能够确保信号覆盖区域信号繁杂的最小化,增强智能组卷系统防冲突性能,是一种有效的智能组卷系统冲突消除方法。

关键词 智能组卷系统,防冲突算法,信干比,功率控制,帧时隙

中图分类号 TP311 **文献标识码** A

Study on Large-scale Smart Group Volume System Conflict Elimination Method

FANG Cai-li ZHENG Feng-bin WANG Yu-jing

(Institute of Computer and Knowledge Engineering, Henan University, Kaifeng 475001, China)

Abstract The current large-scale smart group volume system uses ultra high frequency identification technology to complete the task scheduling, and commonly used scheduling backscattering coupling way is easy to have the conflict due to lack of time on communication. Therefore this paper presented a power control based on the improved frame time-slot anti-collision algorithm. In control, power is introduced as the basis of regulation, and according to the system dry ratio, read and write device independently regulates system itself transmitted power to guarantee time interval, first sends the query command to the label in the function area, records total labels in the area, makes signal grouping its description, ensures the distance of reading and writing, at the same time decreases the complex degree of the coverage area. Experiments show that this method can ensure that signal multifarious minimize signal coverage area, enhance anti-collision performance of smart group volume system, and is an effective conflict resolution method of smart group volume system.

Keywords Smart group volume system, Anti-collision algorithm, Dry ratio, Power control, Frame time slot

1 引言

智能组卷系统^[1,2]的研究是实现教务管理科学化、高效化的关键环节,是计算机组卷重要的研究方向。计算机组卷是针对影响试卷的质量指标如难度、内容、时间、分数及教学要求等构成符合要求的试卷的多目标约束求解的过程。智能组卷系统是实现无纸化考试、考试标准化以及个性化、在线测试等的基础。智能组卷系统^[3-5]是将人工智能技术同人类教育专家的组卷知识以及经验相融合,通过计算机来完成试卷内容的设计,并且确保计算机产生的试卷达到专家级的标准。

超高频技术^[6,7]凭借其识别距离长、识别速度快、信息容量大等特征,在物联网深入研究以及发展的基础上,具有重要的应用意义。而智能组卷系统是在基于物联网的基础上发展起来的,因此基于超高频技术的物联网系统是当前大规模智能组卷系统的重点模式,该模式中多个读写器处于相同的区

域或邻近区域,因而使得读写器和读写器间出现频率干扰问题,以及读写器同标签间出现读取干扰问题,进而降低总体智能组卷系统的运行效率和准确率,无法产生有效的试卷,系统性能大大降低。

为了降低读写器信号覆盖的繁杂度,实现防冲突功能,并且确保读写器的辨识距离,本文针对当前常用的反向散射耦合方式,通过信干比衡量智能组卷系统的性能,提出了基于功率控制以及改进的帧时隙算法的防冲突算法。

2 智能组卷系统的冲突形成

建立智能组卷题库系统,生成试卷模块,是系统实现的难点所在。在组卷过程中,应确保产生的试卷最大限度地满足教学要求,充分分析传统的出题方法以及教学经验,确保组卷的科学性以及合理性。系统总的目标是使系统具有智能性,该系统是在将常规题库管理系统改造成知识库的基础上,

到稿日期:2012-11-25 返修日期:2013-03-05 本文受河南大学自然科学基金项目(2009YBZR024)资助。

房彩丽(1977—),女,硕士生,讲师,主要研究领域为人工智能和空间数据处理,E-mail: dcm.126@126.com;郑逢斌(1963—),男,教授,主要研究领域为人工智能;王玉璟(1981—),女,硕士生,讲师,主要研究领域为人工智能。

依据人工智能理论中的专家系统思想,增加了若干模块和库,实现了系统的智能化目标。智能组卷系统的结构如图1所示。

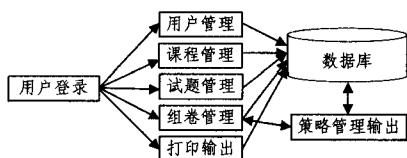


图1 智能组卷系统的结构图

系统的目标为:

(1)能够实现教师对各课程题库以及组卷的管理权限的有效管理;

(2)可以存储不同的课程、题型的试题信息,容量大;

(3)用户查询相关试题方便、快捷;

(4)用户输入所需试卷科目、范围以及难度等相关参数,系统可按照相应的参数自行组卷;

(5)将产生的试卷输出到Word中并产生相应的Word文档,便于版面的规范以及试卷的打印。

大规模的智能组卷系统实际上是一个由多个不同功能传感器构成的物联网,而智能组卷系统是在基于物联网的基础上发展起来的。基于超高频技术的物联网系统是当前大规模智能组卷系统的重点模式,该模式要求多个读写器处于相同的区域或邻近区域,因而使得读写器和读写器间出现频率冲突干扰问题,以及读写器同标签间出现读取干扰问题,进而降低总体智能组卷系统的运行效率和准确率,无法产生有效的试卷,系统性能大大降低。

3 智能组卷系统中的冲突类型分析

智能组卷系统中的超高频读写器都存在一个特定的读写范围和干扰范围,多个读写器同时运行在同一范围时,将导致网络中产生大规模的读写器结构体,导致读写器发射出的超高频信号对相应的读写区域以及干扰区域中的读写器或标签产生干扰和冲突,如图2所示。

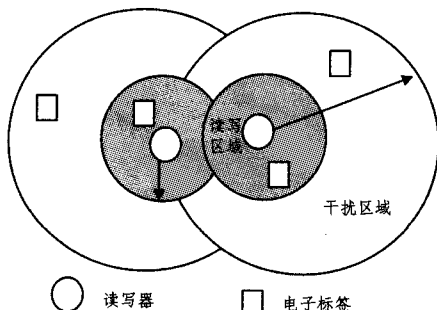


图2 冲突类型

(1)如果某个读写器处于邻近读写器的干扰区域,则该读写器与标签间的通信信号将会受到邻近读写器的干扰,降低了该读写器对目标标签的准确辨识。

(2)如果多个读写器的读写区域相互混合,混合范围中的标签采集到的信号是多个读写器的信号矢量和,则不能对相应的未知信号进行调制或解调。

读写器的读写区域与干扰区域的面积同读写器的发射功率具有较强的关联性,当读写器天线的发射功率过大时,多个读写区域以及干扰区域会相互混合,混合范围越大,相应的读

写器产生冲突的概率越高;发射功率过小,使得电子标签未在读写器的读写范围中,导致标签无法被辨识。因而,在大量读写器网络范围中,应使用合理的方法控制读写器的发射功率,确保大规模智能组卷系统中的超高频读写器同电子标签间的通信质量。

4 基于信干比的智能组卷系统防冲突调度

实际的智能组卷系统数据的通信质量衡量指标是误帧率、误码率以及信干比。其中系统的信干比同读写器的发射功率以及标签接收成功率具有较强的关联性,适应于功率控制场合,因此本文依据信干比分析智能组卷系统的通信质量。

用 R_i 表示多读写器智能组卷系统中的一个读写器,因此可得反向散射后在读写器的信干比 SIR_i 为:

$$SIR_i = P_{R_i} / I_i \quad (1)$$

式中, P_{R_i} 表示经过标签反向散射后,读写器采集的信号总功率; I_i 表示读写器 R_i 受到的总干扰,主要有随机干扰以及其它读写器的干扰。

为了确保读写器 R_i 同标签间的通信质量,读写器 R_i 的信干比 SIR_i 应符合最小信干比门限:

$$SIR_i = \frac{P_{R_i}}{I_i} \geq SIR_{i_required} \quad (2)$$

式中, $SIR_{i_required}$ 表示读写器 R_i 成功读取标签信息的最小信干比门限。

通过式(1)、式(2)可得,读写器受到干扰后的最大读写距离是:

$$R_{i_actual} = R_{i_required} \cdot \left(\frac{SIR_i}{SIR_{i_required}} \right)^{1/4q} \quad (3)$$

式中, $R_{i_required}$ 和 R_{i_actual} 分别用于描述读写器 R_i 的目标读写距离以及受到干扰后的实际读写距离。

应充分考虑读写器的干扰距离,以便全面分析智能组卷系统的通信质量和本文算法的防冲突性能。通过发射功率以及辐射扩散和信道的传播属性,读写器同标签间的信号传递存在路径损耗,其表达式是:

$$PL = 10 \lg \frac{P_{R_i}}{P_{T_i}} \quad (4)$$

依据相关资料可将路径损耗近似为:

$$PL = 31 = 40 \lg(d); d \geq 8 \quad (5)$$

由式(4)和式(5)可得:

$$d = \sqrt[4]{\frac{P_{R_i}}{10^{3.1} P_{T_i}}} \quad (6)$$

如果发射功率 P_{T_i} 同读写器 R_i 的接收灵敏度相同,则可将 d 看成相应读写器的干扰距离。

分析式(2)、式(3)可得,若要确保读写器的目标读写距离,读写器的本地发射功率应随着冲突干扰的增大而增大,并且满足相应目标的信干比;分析式(6)可得,增强发射功率导致发射功率随着干扰距离的大小而增加,将增加多读写器信号覆盖的混合范围,加重了组卷系统中的多读写器冲突。基于功率控制的防冲突算法的目标是通过调控读写器发射功率,在最小化多读写器冲突的同时确保读写器的目标读写距离。

5 改进的帧时隙算法的防冲突过程

在计算得到功率属性后,可以根据这一属性对调控过程

进行合理的优化。本文提出了基于功率控制的读写器防冲突算法,过程如下:

$$P_i(0) = p_0$$
$$P_i(k+1) = \exp(\alpha_i (SIR_{i_required} - SIR_i(k))) \cdot p_i(k) \tag{7}$$

式中,原始功率为 p_0 , α_i 是影响算法收敛性的参数, $SIR_{i_required}$ 表示所需信干比的门限, $SIR_i(k)$ 用于描述第 k 步长所测的信干比。

为了适应大规模智能组卷系统对于识别率、识别效率以及实时性的高需求,通过调整参数 α_i 能够实现算法在收敛速度和稳定性上的优化,因此设置参数 α_i 的表达式如式(8)所示:

$$\alpha_i^{(k)} = \beta \cdot \frac{\ln(2SIR_{i_required} - SIR_i^{(k)}) - \ln SIR_i^{(k)}}{SIR_{i_required} - SIR_i^{(k)}}, \beta \in (0, 1) \tag{8}$$

当智能组卷系统中存在大量的标签时,将导致读写器无法采集不同标签中的信干比,加入功率因素,可以对算法进行优化。

帧时隙算法是一种随机时分多址方式的用户信息通信交互算法。帧时隙算法将信道用信息帧表示,把信息帧分成许多时隙,每个标签随机选一个时隙来发送自己的识别码信息。通过改进的帧时隙算法能够降低智能组卷系统中标签同读写器间的数据传输量,缩短辨识时间,提高系统的吞吐率,并且能够有效弥补大规模智能组卷系统读写器无法采集不同标签中信干比的缺陷;在大规模标签情况下,能动态适应智能组卷系统大数据量传输的要求,避免冲突的发生。

改进的帧时隙算法的原理是:采用读写器先向作用区域中的标签发送查询命令,记录区域中的标签总数,并对其进行分组描述,如式(10)所示。再将标签总数信息传递给全部的标签,标签在总数范围内产生一个随机数并反馈回读写器,读卡器按照随机数分析位串,比较分析系统是否存在冲突,及时做出相应的调整,确保各标签仅同一个时隙对应。读写器与标签的信息交互过程为:

$$ByteNum = \begin{cases} 1, & N \leq 256 \\ 2, & 256 < N \leq 65535 \\ k, & 2^{8(k-1)} < N \leq 2^{8k} \end{cases} \tag{9}$$

算法的具体过程:

- 1) 读写器能够向其作用区域内的标签传递请求指令,全部的标签任意选取一个时隙响应,并且仅能响应一次。
- 2) 读写器区域中的标签包括运行以及暂停两种情况,运行的标签能够响应读写器的相关指令,而暂停的标签不能响应读写器的相关指令,直至其不受相关读写器的控制。运行的标签在被读写器辨识后处于暂停的情况。
- 3) 读写器同标签间可进行正常的交互通信。
- 4) 在某个阅读周期中的标签数量具有稳定性,改进的帧时隙算法中标签总数的数据存储方式如图3所示。

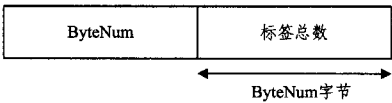


图3 标签总数存储方式

其中 ByteNum 用于描述标签总数所占用的字节数量。

6 实验仿真

6.1 实验环境

为了验证本文算法的有效性,应进行相关的实验。

本文实验在 Windows XP 的系统上运行,并采用 Intel PIV 2 的 CPU,256M 的内存以及 160G 的硬盘。实验采用的试题库是 SQL2000,采用某高校的《计算机文化基础》课程为例,试题数据库中包含 2000 道试题,其中填空题 400 道、单项选择题 700 道、多项选择题 300 道、判断题 400 道、综合题 200 道。非计算机专业计算机试卷的结构以及难度排列情况如表 1 和表 2 所列。

表1 非计算机专业计算机试卷结构

题型	判断题	填空题	单项选择题	多项选择题	综合题
题目数	20	20	40	20	5
每小题分值	1	1	1	2	3

表2 试题库题目难度分布情况

难度系数	0.0~0.55	0.55~0.65	0.65~0.75	0.75~0.85	0.85~1
难度级别	5(难)	4(较难)	3(中等)	2(较易)	1(容易)
题目数	400	400	700	300	200

实验要求为组 20 份试卷;难度系数为 0.5;区分度为 0.5;知识点在 7 章中均匀分配,每章各占 15%;试卷结构如表 1 所列;各章节难度如表 2 所列;考试时间是 150 分钟。实验对比本文算法、冲突跟踪算法以及并行处理算法下的智能组卷系统的收敛性以及运行效率。

6.2 本文算法、冲突跟踪算法以及并行处理算法比较

在实验中分别采用本文算法、冲突跟踪算法以及并行处理算法进行组卷实验对比,详细的结果如表 3 所列。

表3 不同算法的组卷时间比较

实验序号	本文算法(s)	冲突跟踪算法(s)	并行处理算法(s)
1	11	20	186
2	7	17	175
3	6	13	160

在连续组卷 7 次后再次组卷的试卷重题情况如表 4 所列。

表4 本文算法与其它算法组卷比较

算法	同前面试卷重复试题的数量(个)				
	判断题	填空题	单项选择题	多项选择题	综合题
本文算法	0	0	0	0	0
冲突跟踪算法	0	1	2	1	0
并行处理算法	1	1	3	2	0

分析上述实验结果可得,本文算法在组卷效率、组卷精度、试题重复率方面都优于其它两种算法。分析表 5 可得,在组卷结果相对误差的比较上,本文算法的误差比冲突跟踪算法以及并行处理算法的更小,说明本文算法下的智能组卷系统产生的试卷结果具有较高的精度,这主要是因为本文方法可以很好地解决冲突问题。

表5 几种算法相对误差比较

相对误差	1	2	3
本文算法	0.108	0.008	0.105
冲突跟踪算法	0.357	0.332	0.364
并行处理算法	0.547	0.519	0.508

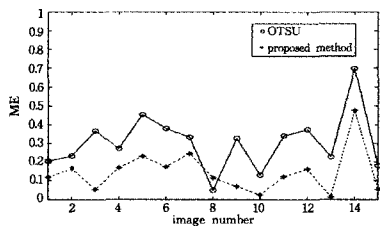


图4 OTSU和本文提出算法的误分率

由图3和图4可见,对于边缘非常模糊的淋巴结图像,本文提出的分割算法明显优于传统OTSU的分割结果:一方面更接近手工分割的轮廓形状,另一方面边缘细节更清晰。

结束语 本文介绍了一种基于最大类间方差法与数学形态学的分割方法。最大类间方差法用于对原图进行二值化处理。而数学形态学方法用于对二值图像进行边界的修正,通过腐蚀操作与膨胀操作,解决二值化后出现的目标区域与多余组织相连的问题,可以更好地提取有用的淋巴结组织,实现淋巴结图像的有效分割。但本文分割算法有局限性,即当淋巴结边界连接的多余组织较多时,淋巴结边缘的细节信息在分割的过程中会有所丢失。

参考文献

[1] 周永昌,郭万学. 超声医学[M]. 北京:科学技术文献出版社, 2003:363

[2] Gonzalez R C, Woods R E. Image Processing, Second Edition [M]. Ruan Qiu-qi, Ruan Yu-zhi. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003:463-474

[3] Canny J. A computational approach to edge detection[J]. IEEE PAMI, 1986, 8(6): 679-698

[4] 刘露,等. CT图像中肿大淋巴结肺癌转移分类方法[J]. 电子与信息学报, 2009(10): 2476-2482

[5] 张俊华,汪源源. 颈部淋巴结超声图像分析与应用[D]. 上海:复旦大学, 2007

[6] Olivieri D N, Vega F. Image Prototype Similarity Matching for Lymph Node Hemopathology[C]//Proceedings of the International Conference on Pattern Recognition (ICPR'00). 2000: 1051-1055

[7] Kapelner A, Lee P P, Holmes S. An Interactive Statistical Image Segmentation and Visualization System[C]//Medical Information Visualization-BioMedical Visualization (MediViz 2007). 2007: 81-86

[8] 张丽熙,刘秉瀚. 一种淋巴组织结构彩色病理图像自动分割算法[J]. 集美大学学报:自然科学版, 2007, 1: 73-77

[9] 齐丽娜,张博,王战凯. 最大类间方差法在图像处理中的应用[J]. 信号与信息处理, 2006, 36(7): 25-26, 44

[10] Tian H, Lam S K, Srikanthan T. Area-time efficient between-class variance module for adaptive segmentation process[J]. Vision, Image and Signal Processing, IEEE Proceedings, 2003, 150(4): 263-269

[11] 崔屹. 图像处理与分析数学形态学方法及应用[M]. 北京:科学出版社, 2000

[12] Luo H T, Zhang Y J. An example of image segmentation evaluation and related discussion[J]. Journal of Data Acquisition & Processing, 1997, 12(1): 18-22

(上接第260页)

6.3 不同算法的收敛性对比

本文算法、冲突跟踪算法以及并行处理算法的收敛结果如图4所示。

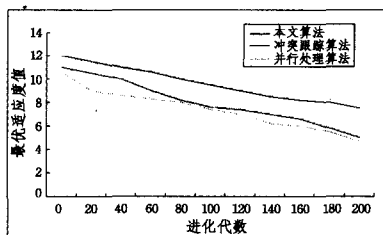


图4 不同算法的收敛效果

分析图4可得,本文算法的收敛性优于其它两种算法,本文算法能够快速收敛到一个稳定的值。说明在相同的环境下,本文算法能够对智能组卷系统中的读写器冲突以及读写器与标签间的冲突进行及时、准确的处理,以确保组卷系统的稳定性和高效性,具有较强的应用价值。

结束语 本文针对当前常用的反向散射耦合方式,通过信干比衡量智能组卷系统的性能,提出了基于功率控制以及改进的帧时隙算法的防冲突算法。组卷系统中的读写器按照系统信干比的情况,自主调控自身的发射功率,在确保读写器的读写距离时,降低信号覆盖区域的繁杂,完成防冲突,并且采用改进的帧时隙算法解决系统存在大量标签时读写器无法采集不同标签中的信干比问题。通过仿真实验可得,本文方

法下的智能组卷系统具备较高的防冲突性能,并且系统具有较高的组卷效率和精度,说明本文方法能够确保信号覆盖区域信号繁杂的最小化,增强智能组卷系统防冲突性能,是一种有效的智能组卷系统冲突消除方法。

参考文献

[1] 乐光学,彭小宁,曾志峰. 题库自动组卷系统的算法设计与实现[J]. 计算机应用, 2001, 21(21)

[2] 袁桂霞. 自动组卷的建模和仿真研究[J]. 计算机仿真, 2011, 28(11)

[3] 陈晓东,王宏宇. 一种基于改进遗传算法的组卷算法[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2005, 37(9)

[4] 刘慧梅. 基于遗传算法的自动组卷算法的设计[J]. 价值工程, 2012(20)

[5] 刘伟科,张晓庆,张纯金. 智能组卷系统中的组卷策略研究[J]. 电脑与信息技术, 2010(5)

[6] Finkenzeller K. RFID Handbook: Fundamentals and Application in Contact-less SmartCard and Identification (Second Edition) [M]. England: John Wiley and Sons, 2003

[7] Auto-ID Center. 860MHz-930MHz Class I Radio Frequency Identification Tag Radio Frequency and Logical Communication Interface Specification Candidate Recommendation, Version 1.0.1[R]. Technical Report MIT-AUTOID-TR-007. 2002

[8] 陈泽琳,张庆彪. 基于JAVA的考试系统中题库设计及组卷算法[J]. 重庆理工大学学报:自然科学版, 2010, 24(3): 48-55