

王 森,李志刚. 基于扩展 Petri 网的新疆肉牛养殖溯源模型设计[J]. 江苏农业科学,2016,44(3):413-416.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.03.115

基于扩展 Petri 网的新疆肉牛养殖溯源模型设计

王 森,李志刚

(石河子大学信息科学与技术学院,新疆石河子 832000)

摘要:在“一带一路”时代背景下,新疆的畜牧业发展迎来春天,且伴随着人们生活水平的不断提高,对食品质量安全更为关注。针对新疆的肉牛养殖环节,构建、验证基于扩展 Petri 网的肉牛养殖 workflow 模型,并结合射频识别(radio frequency identification,RFID)技术搭建溯源模型,该模型可提高数据采集的效率与精度,加快肉牛养殖企业的信息化、自动化建设步伐,实现肉牛养殖过程的可追溯性。

关键词:肉牛养殖;溯源模型;扩展 Petri 网;RFID 技术

中图分类号: S126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)03-0413-04

当前全世界有穆斯林人口超 16 亿人,食用清真食品的大概有 20 亿人,约占世界人口的 1/5,且呈快速增长趋势,食用清真食品人口的不断增多,给包括中国在内的发展中国家提供了前所未有的市场机遇。新疆地处我国西北边陲,与哈萨克斯坦、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦、巴基斯坦等中亚国家接壤,共有 28 个边境通商口岸,历来以畜种优良、畜产品丰富而闻名,许多穆斯林及周边国家对新疆活畜及肉类产品非常感兴趣,再加上“陆上丝绸之路”的战略定位,促使了新疆现代物流业的快速发展,为新疆牛羊走出国门、走向中亚、俄罗斯、欧洲各国提供了可能。但是,新疆肉牛规模化、标准化饲养及科学育肥技术的推广应用程度仍比较低,全国年出栏

肉牛 1 000 头以上的规模养殖场约 750 个,新疆有 11 个,仅占全国的 1.5%;肉牛标准化饲养及育肥技术入户率不足 10%,绝大多数采用传统粗放的养殖方法。另外,从畜牧业的科技含量看,内蒙古自治区达到 58.9%,山东省为 68.1%,而新疆仅为 30%^[1]。

新疆从 2005 年开始建立农产品的质量安全监测监管体系和法规。目前,学者们主要集中在对养殖、屠宰、流通、销售的整体研究,并以构建溯源系统为最终目的。王烁等针对新疆高档牛肉提出,以射频识别(radio frequency identification,RFID)与条形码技术结合标志牛肉全过程的质量安全溯源,消费者可以从牛肉的溯源号追溯到养殖信息、饲料兽药信息、屠宰批次号、屠宰信息及流通和销售信息等^[2]。王烁等构建的肉牛养殖过程信息管理系统、肉牛产品加工过程信息管理系统,是基于多模式的肉牛产品质量安全溯源系统而开发的,可为消费者提供 POS 机、网络、短信等多渠道的溯源信息服务^[3]。李天斗等通过对养殖、屠宰、加工、销售等环节进行分析,为新疆牛肉可溯源系统的开发应用提供结构化设计依

收稿日期:2015-04-09

基金项目:国家自然科学基金(编号:71261021)。

作者简介:王 森(1990—),男,重庆万州人,硕士,主要从事农业信息及技术研究。E-mail:luke0921@126.com。

通信作者:李 志,博士,教授,主要从事农业信息技术及系统开发研究。E-mail:lzg_inf@shzu.edu.cn。

4 结论

结合当前国内对虾手工分级效率低、精度差等问题,设计了 1 种双辊式对虾分级机的分级控制系统。

(1)系统以 PLC 作为控制核心,综合运用了传感器、PLC、触摸屏、步进控制等技术,采用分级辊中心距双向自动调节系统,辊排两端通过 PLC 控制与步进电机驱动,实现了辊轴间隙的调节。

(2)通过触摸屏依次对 3 类不同数值的高位电机与低位电机脉冲数进行输入,方便了操作,可以实现对虾不同尺寸规格的分级。试验结果表明,分级精度及效率均较高,实现了对虾分级的全自动控制。

参考文献:

[1]高学礼,李月娟. 对虾加工鲜度控制及检验[J]. 中国酿造,2009(6):144-145.

[2]2014 年对虾行业趋势研判[EB/OL]. [2014-01-07]. [http://](http://www.bbwwfish.com/article.asp?artid=159842)

www.bbwwfish.com/article.asp?artid=159842.

[3]张灵光. 农产品质量分级标准是增强市场竞争力的基础[J]. 中国标准化,2007(10):59-62.

[4]Erickson M C, Bulgarelli M A, Resurreccion A, et al. Sensory differentiation of shrimp using a trained descriptive analysis panel[J]. LWT - Food science and technology, 2007, 40(10):1774-1783.

[5]Jain D, Pathare P B, Manikantan M R. Evaluation of texture parameters of Rohu fish (*Labeo rohita*) during iced storage[J]. Journal of food engineering, 2007, 81(2):336-340.

[6]李光梅,魏新华,李陆星,等. 水果分选机的研究现状与发展状况[J]. 农机化研究,2007(9):20-23.

[7]刘小龙,张 杰,刘向东,等. 辊式尺寸分级机的基本原理及种类[J]. 新疆农机化,2010(4):12-13.

[8]程 曼,张曙光,邵利敏,等. 基于 PLC 的变尺剪切控制系统[J]. 微计算机信息,2007,23(4):42-43,25.

[9]张兴国. 基于 PLC 的自动剪切机控制系统[J]. 制造业自动化,2010,32(10):132-136.

[10]SB/T 10524—2009 鲜活对虾购销规范[S].

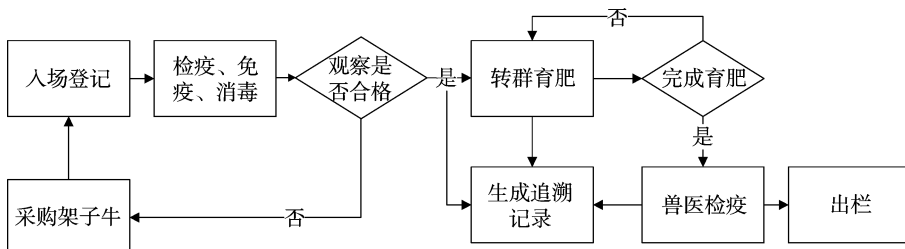
据^[4]。焦光源以牛肉供应为研究对象,构建了1套基于NET的新疆生鲜农产品质量安全追溯原型系统^[5]。

肉牛养殖环节作为屠宰、加工、流通等环节的基础,是可追溯的真正源头,当前没有专门针对肉牛养殖环节而构建的溯源模型。本研究旨在分析肉牛的养殖环节,构建肉牛养殖 workflow 模型,并利用先进的 RFID 识别技术,针对肉牛养殖过程中的关键数据进行产品识别记录,建立追溯档案,从而构建1套行之有效的溯源模型。

1 溯源模型设计思想及相关概念

国际标准化组织(ISO)定义,可追溯性是指通过记录标志装置来跟踪实体历史、应用或位置的能力^[6],是一种确保食品安全和质量、减少与召回相关成本的有效方法^[7]。根据《食品安全追溯标准要求》(ISO 22005),基于向上和向下的原则,每个公司都应知道其供应商和客户^[8]。Senneset 等发现,为实现可追溯性,生产过程中必须记录可追踪单元的身份和这些单元的所有转换^[9]。

20世纪60年代,卡尔·A·佩特里发明了 Petri 网,这是一种适于对具有异步并发特征的离散事件进行模拟、分析、设计和控制的图形数学工具,目前在制造系统、通信网络、数字电路综合与验证等领域得到广泛应用^[10-12]。经典的 Petri 网是简单的过程模型,由库所和变迁2种节点、有向弧、令牌等元素组成。为解决经典 Petri 网中测试库所中没有零令牌、模型容易变得庞大、模型不能反映时间内容、不支持构造大规模模型等问题,高级 Petri 网在令牌着色、时间、层次化、时序方面进行扩展,可达树方法通过枚举方式穷尽生成 Petri 网的所有可达标志向量,并以树结构形式表示 Petri 网的可达状态空间,进而判定相应的活性、安全性、有界性、可达性等性质。



方框表示育肥养殖过程中的任务,对应于 workflow 中的活动;方框之间连接线表示各个任务之间的关联

图1 肉牛养殖场架子牛育肥过程 workflow 逻辑网

2.2 模型验证与实证

对兽医职能类子网(O1)、饲养员职能类子网(O2)2个子网分别化简、整合,得到肉牛养殖流程模型(图3)。由图4可见,所有的变迁均出现在可达树中, Petri 网中不存在死锁;位置标志只包含0,1这2个元素, Petri 网有界、安全; Petri 网能正常结束,且结束状态只在E库中有令牌。因此,该模型能正常运行,是合理的。

3 基于 RFID 技术肉牛养殖溯源模型的实现

3.1 构建肉牛养殖过程的追溯单元体系

在肉牛养殖过程中,对肉牛的质量构成危害的主要因素有兽药、消毒药品、免疫药品以及饲料添加剂,因此,本研究将这些影响因子定义为追溯单元,将其整理构成肉牛养殖过程

肉牛养殖溯源模型既要保证养殖过程的可追溯性,又可以在养殖过程中实现追溯数据的采集。首先对肉牛的养殖过程进行分析,根据具体的养殖过程,建立肉牛养殖场架子牛育肥过程 workflow 逻辑网;其次,由 workflow 逻辑网生成肉牛养殖过程 workflow 网,对各对象内部的 Petri 网进行化简、整合,即将全网转化为经典的 Petri 网;最后,将简化的 Petri 网绘制可达树进行进一步验证。在溯源数据采集方面,根据影响肉牛质量安全的因子确定追溯单元,构建溯源体系,并结合 RFID 相关技术,搭建溯源模型。

2 基于扩展 Petri 网的肉牛养殖 workflow 模型

workflow 是对业务进程的形式化描述,包括描述任务间因果依赖与规章依赖等依赖关系的 workflow 逻辑和在此逻辑上增加显性内容的 workflow 语义。对肉牛养殖过程利用 workflow 的方法进行业务过程的建模和深入分析,不仅可以规范业务流程,发现业务流程中不合理的环节,进而对业务流程进行优化重组,而且能够丰富其知识库和规则库,全面提高其信息化与自动化的程度,增强企业的核心竞争力。

2.1 基于扩展 Petri 网的肉牛养殖 workflow 模型分析

workflow 网中,库所对应过程中的条件,变迁对应过程中的可执行活动,库所中的令牌代表1个过程实例的状态。养殖场从引进架子牛到育肥成牛出栏的过程,主要由兽医、饲养员这2个角色的工作人员完成,即 workflow 模型涉及兽医、饲养员这2个物理对象,与之相对的子网系统也有2个,即兽医职能类子网(O1)、饲养员职能类子网(O2)(图1)。由图2可见,消息缓冲库所 IM1 和 OM1 之间为兽医职能类子网(O1);消息缓冲库所 IM2 和 OM2 之间为饲养员职能类子网(O2)。

的追溯单元体系(表1)。

3.2 肉牛养殖溯源模型的具体实现

传统的数据采集多采用手工记录、输入、存档,耗时、耗力且容易出错,效率低下。本模型将采集的数据自动传输到服务器进行存储,并在各种终端可实时查询,方便快捷,可以实现肉牛养殖过程的可追溯性(图5)。

3.2.1 RFID 电子标签 电子标签由芯片及天线组成,附着在物体上标志目标对象,每个电子标签具有唯一的电子编码,存储被识别物体的相关信息。本模型中,饲料、饲料添加剂、兽药、消毒药品、免疫药品采用条形码作为电子标签,存储其各自的名称、产商、批次及使用说明;利用中华人民共和国居民身份证对养殖场人员身份进行认证;用耳标对架子牛进行识别,并与数据库进行相关联。

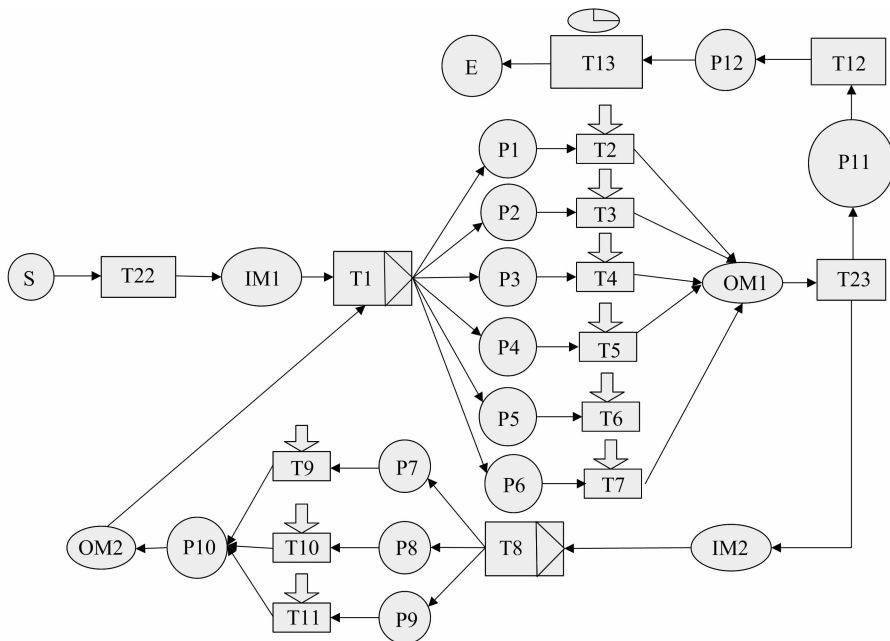


图2 肉牛养殖的工作流模型
 T1—兽医审批，肉牛入场；T2—兽医对肉牛进行检疫；T3—兽医对肉牛进行免疫；T4—兽医对肉牛及牛栏进行消毒；T5—兽医对肉牛进行健胃；T6—兽医对肉牛进行治疗；T7—兽医审批，肉牛转群；T8—饲养员安排肉牛转群；T9—饲养员配制饲料；T10—饲养员饲养肉牛；T11—饲养员观察肉牛健康状态；T12—系统校验休药期限规定；T13—合成肉牛养殖档案；T22—待审批的架子肉牛；T23—兽医审批完的架子肉牛；S—源库所；E—终库所；P—消息缓冲库所

图2 肉牛养殖的工作流模型

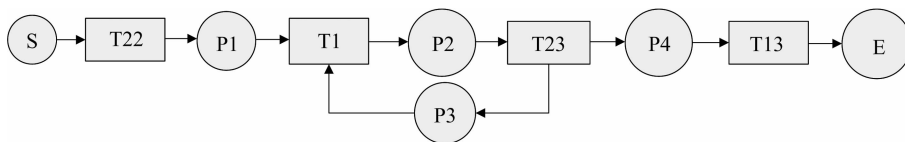


图3 肉牛养殖流程模型

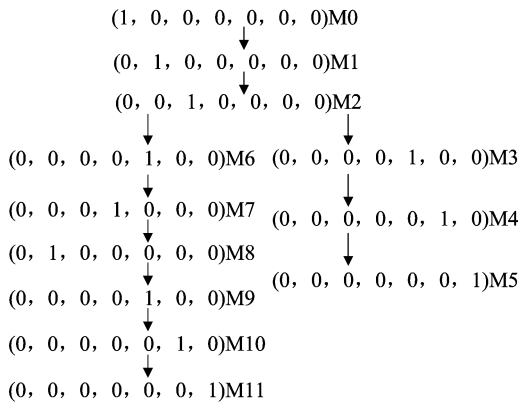


图4 肉牛养殖流程的可达树

表1 肉牛养殖过程的追溯单元体系

追溯单元	追溯精度	信息获取	标志
架子牛	头	肉牛入场前及育肥过程中的动态健康信息	耳标
饲料	批	名称、产商、批次	条形码
饲料添加剂	批	名称、产商、批次与使用说明	条形码
兽药	剂	名称、产商、批次与使用说明	条形码
消毒药品	批	名称、产商、批次与使用说明	条形码
免疫药品	剂	名称、产商、批次与使用说明	条形码
养殖场人员	人	饲养方法与养殖环节操作信息	身份证(兽医、饲养员)

3.2.2 适配器 在大型养殖场中，读写设备千差万别，通信协议多种多样，为屏蔽硬件差异，RFID 中间件必须兼容各种读写设备。本模型为每种读写设备增加 1 个适配器，当需要增加或减少读写设备时，只需对适配器进行修改即可，从而降低了系统的耦合程度。适配器能够提供一个统一、可扩展的接口，中间件通过应用适配器实现对读写设备的统一管理。

3.2.3 RFID 读写器 RFID 读写器别称阅读器 (Reader) 或询问器，是读取和写入电子标签内存信息的设备。RFID 系统

工作时，一般先由读写器发射一个特定的询问信号，当电子标签感应到这个信号，就会给出应答信号，应答信号中含有电子标签携带的数据信息；读写器接收到应答信号，对其进行处理，并将处理后的应答信号返回给外部主机，进行相应操作。

3.2.4 RFID 中间件 射频识别 RFID 中间件 (Middleware) 处于读写器与后台网络的中间，扮演 RFID 硬件和应用程序之间的中介角色，是 RFID 硬件和应用之间的通用服务，能够实现对读写设备的配置、管理及监控等功能。在实际应用中，上层应用关心的是有用数据，而真正采集过程中，由于读写器

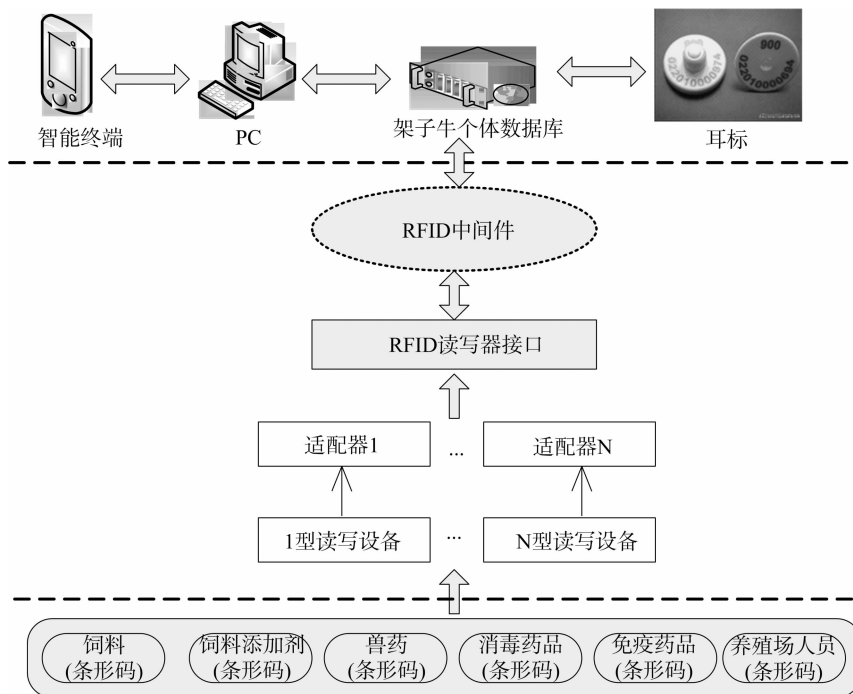


图5 基于RFID技术的肉牛养殖溯源模型

读取的频率高,一个标签会被重复多次读取而只有一次有用,这样会消耗大量计算资源。为减轻上层应用系统的负担,需要中间件对原始数据进行冗余处理,对采集到的数据进行过滤。由于某些因素,读写器偶尔还会读到一些根本不是系统所需要的数据,这时还需要对冗余处理后的数据进行平滑处理。

3.2.5 RFID数据库 从每头架子牛进入养殖场开始,为其生成1个身份证号,并建立个体档案存放于服务器中,身份证号、耳标、个体档案相关联。在养殖过程中,利用RFID读写器,根据追溯单元采集数据,并经过中间件对数据进行处理,将数据存放到个体档案中。

4 结语

对肉牛养殖环节的溯源流程进行研究分析,构建了基于扩展Petri网的肉牛养殖 workflow模型并对其进行验证,证明了养殖过程的可追溯性。确定肉牛养殖过程的追溯单元,根据追溯单元构建追溯单元体系,在此基础上,利用RFID技术构建溯源模型,该模型可以集中管理配置并兼容不同标准的读写设备,有效采集追溯单元上的数据,并对大量原始数据进行过滤处理、冗余处理及数据平滑处理,减少读写器向应用程序传输的数据量,提高数据采集精度,整体提高了系统的可溯源效率。但是本模型还比较简单,在数据采集方面,RFID数据的安全性需要进一步解决,系统高层应用开发也有待加强。

参考文献:

[1]巴特尔. 对加快新疆肉牛产业发展问题的思考[J]. 中国畜牧

业,2013(22):30-33.

[2]王 烁,刘世洪,郑火国,等. 新疆牛肉可追溯系统研究与实现[J]. 安徽农业科学,2013,41(26):10856-10859,10861.

[3]王 烁,刘世洪,郑火国,等. 新疆特色牛肉质量安全可追溯系统的研究与应用[J]. 江苏农业学报,2014,30(3):682-684.

[4]李天斗,陈新文,温希军. 新疆牛肉可溯源系统中养殖屠宰的信息流分析[J]. 农业网络信息,2014(5):112-114.

[5]焦光源. 新疆生鲜农产品质量安全追溯系统的设计与实现[D]. 石河子:石河子大学,2014.

[6]European Committee for Standardization. EN ISO 8402-1995 Quality management and quality assurance; vocabulary[S]. International Organization for Standardization,1995.

[7]Regattieri A, Gamberi M, Manzini R. Traceability of food products: general framework and experimental evidence[J]. Journal of Food Engineering,2007,81(2):347-356.

[8]ISO 22005-2007 New ISO standard to facilitate traceability in food supply chains[S]. International Organization for Standardization, 2007.

[9]Senneset G, Foras E, Fremme K M. Challenges regarding implementation of electronic chain traceability[J]. British Food Journal,2007, 109(10):805-818.

[10]Murata T. Petri nets; properties, analysis and applications[J]. Proceedings of the IEEE,1989,77(4):541-580.

[11]Gu T L, Bahri P A. A survey of petri net applications in batch processes[J]. Computers in Industry,2002,47(1):99-111.

[12]Luo J Z, Shen J, Gu G Q. From petri nets to formal description techniques and protocol engineering[J]. Journal of Software,2000,11(5):606-615.