

# 食品安全预警本体构建研究

李宏伟,黄卫东,洪小娟

(南京邮电大学 经济与管理学院,江苏 南京 210046)

**摘要:**食品安全预警系统中食品安全信息监测点具有分布性,所采集数据具有异构性等情况,因此造成信息集成困难,以及应急预案缺乏共享与利用等问题。本体已经被广泛应用于智能信息检索、信息集成等领域。因此将本体应用到食品安全预警系统建设中,建立食品安全预警本体模型可以有效解决食品安全预警系统中现存技术问题。文中参照本体构建的七步法,从简化供应链模型和 HACCP 原理中梳理出食品安全预警本体的各种概念,分析概念之间的关系,使用 Protégé 本体建模工具对所设计的本体进行了构建。

**关键词:**食品安全预警;供应链;本体构建;HACCP

中图分类号:TP31

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)09-0238-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.09.060

## Research on Ontology Building in Food Security Pre-warning

LI Hong-wei, HUANG Wei-dong, HONG Xiao-juan

(College of Economic & Management, Nanjing University of Posts & Telecommunications, Nanjing 210046, China)

**Abstract:** The food safety monitoring system of food security pre-warning systems has characteristics of distributed, heterogeneous and so on, which causes the difficulty for information integration, and the problem of lack of emergency plan for sharing and using. The ontology has been widely applied in some areas, such as intelligent information search and information integration. The ontology is applied in food safety pre-warning system building, the model established will solve the above mentioned problems of food security pre-warning systems. It referenced to the seven-step method of ontology building, captured the concept of food security pre-warning from simplified supply-chain and HACCP, and analyzed the relationship between the conceptions, then built the ontology model by Protégé.

**Key words:** food security pre-warning; supply chain; ontology building; HACCP

## 0 引言

随着社会经济的发展和产业结构的调整,食品生产、加工、运输以及销售过程中的安全问题充满了新的挑战,消费者对食品安全提出了更高的要求。运用信息技术保障食品安全,并根据预警机制作出应急响应措施是我国食品安全领域亟待解决的问题。

食品安全预警信息系统功能主要包括食品安全监测数据采集、数据分析与评估、信息发布和启动应急预案。其中食品安全监测系统分布在企业或相关监测机构中,缺乏统一管理,使得各个系统成为信息孤岛,不便于食品安全问题的追溯,也不利于应急预案的共享与利用。因此当前食品安全预警信息系统需要注重食品安全监测信息的集成、应急案例知识的存储与共享,以及食品安全问题根源的追溯等问题。本体技术在智能信息检索、信息交换、知识组织、知识重用等方面具

有突出的优势,可以有效解决当前食品安全预警系统存在的问题。

文中首先探讨了食品安全预警系统,以及本体在食品安全预警系统中的作用,然后从供应链视角出发,依托 HACCP 管理体系,对食品安全预警系统领域相关概念进行本体建模。HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Point)是被国际社会广泛认可的食品安全管理体系统,诸多企业和机构的食品安全监测系统的建立基本上遵循该管理体系。

## 1 食品安全预警系统及本体

### 1.1 食品安全预警系统

食品安全预警系统的框架包括信息源系统、预警分析系统、应急响应系统<sup>[1]</sup>。文献[2]中指出,食品安全包含在食品的种植、养殖、加工、包装、储藏、运输、销

收稿日期:2012-12-04

修回日期:2013-03-07

网络出版时间:2013-05-09

基金项目:国家自然科学基金资助项目(71171117);江苏省自然科学基金项目(BK2010524);南京邮电大学校科研基金(NY210056)

作者简介:李宏伟(1979-),男,实验师,硕士,研究方向为知识管理等。

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130509.1059.037.html>

售、消费等各个活动的每个环节,从供应链的角度分析,食品安全风险可能通过供应链上任何一个环节进入到食品流通领域中。因此,食品安全预警系统中,信息源系统即食品安全监测数据采集系统应该设置在供应链的各个环节,食品安全监管职能部门从供应链上相关企业或机构采集食品安全监测信息,然后针对相关监测信息进行分析评估,提出预警建议,决定是否发布预警信息,发布预警的同时启动应急预案,并报告政府相关部门。待预警事项被控制后,可视情况解除预警。食品安全系统预警流程如图1所示。

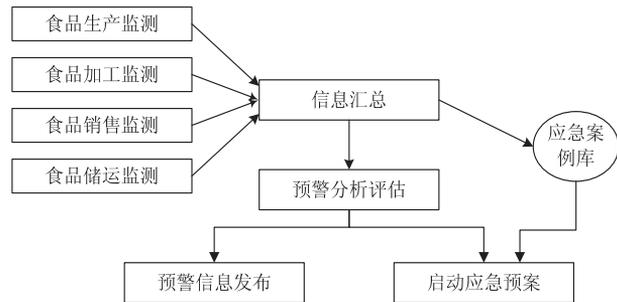


图1 食品安全系统预警流程图

HACCP是世界公认的有效保证食品安全卫生的管理体系,其中国际标准CAC/RCP-1“食品卫生通则1997修订3版”对HACCP的定义是:鉴别、评价和控制对食品安全至关重要的危害的一种体系。ISO22000标准中将HACCP体系扩展到整个食品供应链并作为一个体系对食品安全进行管理<sup>[3]</sup>。

供应链环节中的每个食品安全监测系统的建设可参照HACCP管理体系。基于HACCP体系的食品安全监测系统,可以依照HACCP计划表对生产、加工等过程加以监控,并将监控信息汇总,形成基本监测数据,为食品安全预警分析评估奠定基础。此外,HACCP计划表中,有对危害的纠偏措施,可视作应急响应措施,通过信息汇总后,可存储在应急案例库中,使得食品安全预警系统的应急案例库内容更为丰富,能够为食品安全事件的应急决策提供较好的支撑。

## 1.2 本体及其在食品安全预警系统中的应用

本体(Ontology)源自于哲学范畴,研究客观事物存在的本质。比较完善的定义为:本体是共享概念模型的明确形式化规范说明<sup>[4]</sup>。本体通过捕获某一领域内的知识,确定该领域共同认可的词汇,并从不同层次的形式化模式上给出这些词汇(术语)和词汇之间相互关系的明确定义。

本体已经被广泛应用于语义Web、智能信息检索、信息集成、数字图书馆等领域<sup>[5]</sup>。在食品安全预警系统中,本体可以应用于信息系统之间的信息集成,食品安全检测信息、食品安全应急案例的快速检索等。

目前国内对食品安全预警本体模型研究较少,且

存在一些不足。文献[6]中从农业知识的角度对食品安全问题进行建模,没有涉及食品的加工、储运等环节。文献[7]中建立了基于HACCP体系的食品安全控制本体模型,但该模型适用范围仅限于食品加工领域,且其中相关概念间的联系不符合HACCP原理。

## 2 基于供应链视角的食品安全预警本体构建

### 2.1 本体构建方法

本体的构建方法主要有英国爱丁堡大学人工智能研究所在开发本体的过程中总结出的骨架法和斯坦福大学在开发本体的实践中总结出的七步法<sup>[8]</sup>。文中参照七步法的主要构建过程对食品安全预警本体进行了构建。

### 2.2 重要专业术语

文献[2]中提出了基于环境演化的食品供应链安全预警开放机制,依据该机制中的相关组成要素,对食品供应链过程进行简化。相应的从中提取食品生产、食品加工、食品销售和食品储运四个概念。

在供应链各环节中,设置相应的食品安全信息监测系统,系统建立参照HACCP管理体系。HACCP的七个原理是<sup>[9-10]</sup>:危害分析(Hazard Analysis - HA),确定关键控制点(Critical Control Point - CCP),确定与各CCP相关的关键限值(CL),确立CCP的监控程序,确立纠偏措施(Corrective Actions),验证程序(Verification Procedures),记录保持程序(Record-keeping Procedures)。从中提取六个概念,分别是危害分析、关键控制点、关键限值、监控体系、纠偏措施和验证。

### 2.3 主要概念间关系

关系用来描述特定领域中概念之间的相互作用和联系,本体论中定义了四种基本关系:继承关系(is-a)表示领域本体两个类互为父类和子类;实例对象关系(instanceOf)表示领域本体中某个类的具体化描述;整体与部分的关系(aPartOf)表示领域本体两个类部分类似;类等同关系(attributeOf)表示两个类在属性上相同的关系<sup>[11]</sup>。在构建领域本体时,还通常通过自定义的关系来补充和完善本体论所定义的四基本关系。

在食品安全供应链中包括食品生产企业、食品加工企业、食品销售企业和食品储运企业。每个企业均可参照HACCP建立食品安全监测系统,HACCP七个原理间的相互关系为:企业首先对自身产品生产、加工或销售过程中的危害进行分析,在此基础上确定关键控制点(CCP),对每个关键控制点确定关键限值,建立关键控制点的监控体系,当监控显示某个关键控制点失控时确立应当采取的纠正措施,此外还需要建立验

证程序以确认 HACCP 体系运行的有效性。

根据上述说明,在食品安全预警本体中,除了采用四种基本关系外,还定义了四种自定义关系,分别是:描述企业和产品之间关系的 hasProduct(此关系也可以用于描述储运类企业与承运产品之间的联系),描述关键控制点和监控体系之间关系的 hasMonitor,描述记录与验证之间关系的 hasVerify,描述监控记录与关键限值之间关系的 hasStandard。因此,食品安全预警相关主要概念间关系如图 2 所示。

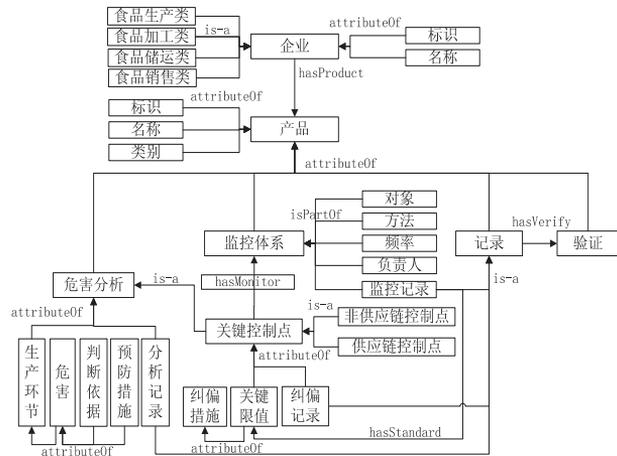


图 2 主要概念间关系示意图

关键点说明:

(1) 将关键控制点进一步划分为两个子类,分别是非供应链控制点和供应链控制点。供应链控制点主要指企业生产运营中与上下游企业之间的连接节点,诸如食品加工企业的原材料入厂检验等。将关键控制点分类的目的在于,如果供应链控制点中的监控值偏离关键限值后,除了启动纠偏措施的同时,可启动食品安全的追溯程序。

(2) 为了便于追溯,需要明确供应链模型中不同类型企业之间的联系。食品生产类主要指从事农作物的种植以及牲畜养殖等生产活动的企业,主要向食品加工类企业供应生产原材料。食品加工类企业主要从事食品的加工,并向食品销售类企业供应产品,其中部分企业从事食品的初级加工,会向深加工企业提供原材料,因此食品加工类企业之间可能存在供应关系。食品销售类企业主要指从事食品商贸活动的企业,其中部分企业主要从事贸易活动,因此食品消费类企业之间可能存在供应关系。上述供应过程的实现,即产品的储藏、运输,由食品储运类企业完成。

## 2.4 本体模型构建

文中构建本体的工具采用的是斯坦福大学开发的最新版本 Protégé4.1。在该工具中,除了类与子类的关系之外,其他概念间关系通常通过属性呈现。本体的属性一般分为三类:对象型属性(Object Properties),多

用于建立与表达实体类之间的概念关系;数值型属性(Datatype Properties),用于表达本体类的数值特征;注释型属性(Annotation Properties),用于对本体类的注释表达<sup>[12]</sup>。本体构建完成后,可以用 Protégé 自带本体展示工具 OntoGraf 查看图形化本体模型。由于本体图像较大,受篇幅限制,文中在此省略。

## 2.5 本体应用实例

食品安全预警本体知识表示对于信息传输、存储和知识推理具有明显的优势。以下为推理应用的简要分析。结合文献[13]中所给出的饲料产品 HACCP 计划:在原材料验收阶段,玉米存在霉变危害,经分析后确认玉米的验收为关键控制点,相应的霉变粒关键限值为 $\leq 2\%$ 。采用本体描述后,“饲料”为“产品”的一个实例,“玉米验收”为“生产环节”的一个实例,“霉菌、致病菌”为“危害”的实例,玉米验收为关键控制点,也是供应链控制点,因此它也是“关键控制点”、“供应链控制点”的实例,相应的“霉变粒限值 $\leq 2\%$ ”为“关键限值”的实例。假设“监控记录”的实例为“玉米霉变粒实测值为 $3\%$ ”。在此基础上可以推出以下信息:

(1) 根据“监控记录”与“关键限值”之间存在 hasStandard 的关系,可获得对应的关键限值,并通过比较后,得出霉变粒超标的结论;

(2) 根据“纠偏措施”与“关键限值”之间存在 attributeOf 的关系,可获得霉变粒超标后的应急响应机制,即纠偏措施,以方便用户进行分析和决策;

(3) “玉米验收”为“供应链控制节点”的实例,该类的实例监控值异常后,可提示启动食品安全追溯程序,由于原材料玉米为“产品”类的实例,因此可根据产品与企业之间的 hasProduct 关系,以及企业类型之间的关系,追溯玉米的储运企业和生产(加工)企业。

## 3 结束语

食品安全事件具有突发性、危害性等特点,需要借助信息技术提高食品安全的预警能力。文中首先探讨了基于供应链的食品安全预警系统,并分析了本体在食品安全预警系统中的作用。在此基础上从供应链视角,依托 HACCP 管理体系,梳理了食品安全预警相关概念及概念间的关系,并利用 Protégé 进行了本体建模。食品安全预警本体的建立对于提升食品安全预警系统的信息交互、应急案例的共享、应急方案的生成有着现实的意义。

## 参考文献:

[1] 唐晓纯, 苟变丽. 食品安全预警体系框架构建研究[J]. 食

(下转第 244 页)

ceID 是 IA 自动生成,不需要写入的数据,用于对顶点缓存区的元素进行索引。在顶点着色器中增加设置对初始粒子的世界矩阵变换,在初始化粒子时调用实例化函数 DrawInstanced。

## 2 实验结果及分析

应用上述方法,在双核 2.53 GHz 的 CPU, NVIDIA GeForce 9300M GS 的笔记本电脑上,通过实例化技术产生如图 6 所示的烟花效果,能保持 200~300 帧的绘制速度,满足实时绘制需求。

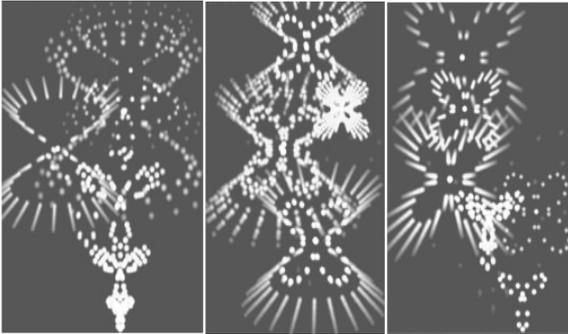


图 6 实例化产生的粒子系统烟花效果

## 3 结束语

文中基于 Direct3D 10 中的几何着色器、流输出、实例化等新技术,采用两个 technique 分别实现粒子系统的更新和绘制,结合曲线数学模型,展现出较好的烟花效果。后续将考虑环境因素如风力,调整模型参数,进一步完善烟花效果。

## 参考文献:

- [1] Reeves W T. Particle Systems—A Technique for Modeling a Class of Fuzzy Objects[J]. Computer Graphics, 1983, 17(3): 359–376.
  - [2] Reeves W T, Blau R. Approximate and probabilistic algorithms for shading and rendering structured particle system[J]. Computer Graphics, 1985, 19(3): 313–322.
  - [3] Loke T, Tan D, Seah H. Rendering Fireworks Displays[J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 1992, 12(3): 33–43.
  - [4] Donnelly D. The Fireworks Effect: Exploring Trajectory Sets in Time[J]. Computing in Science & Engineering, 2002(2): 92–96.
  - [5] 周海波, 陈福民, 李莉娅. 基于 OGRE 粒子系统的烟花模拟[J]. 计算机应用与软件, 2008, 25(10): 222–224.
  - [6] 黄 昂, 汪继文. 基于粒子系统的轨迹可控的烟花动画模拟[J]. 计算机技术与发展, 2012, 22(7): 163–166.
  - [7] 张卓鹏, 王长波, 钱嫣婧, 等. 基于 GPU 粒子系统的烟花实时仿真[J]. 东华大学学报(自然科学版), 2010, 36(4): 347–350.
  - [8] 张妍妍, 汪继文, 陆和军. 基于粒子系统的可控位置的烟花模拟[J]. 科学技术与工程, 2010, 10(13): 3121–3125.
  - [9] Luna F D. Introduction to 3D Game Programming with DirectX 10[M]. [s. l.]: Jones and Bartlett Learning, 2008.
  - [10] 胡文平, 汪继文. 基于粒子系统的三叶玫瑰动态烟花模拟[J]. 计算机工程, 2010, 36(22): 286–288.
  - [11] 汪继文, 胡文平, 金余峰. 基于粒子系统的 8 字动态烟花仿真[J]. 计算机仿真, 2010, 27(10): 211–214.
  - [12] Nguen H. GPU Gems 3[M]. [s. l.]: Addison-Wesley Professional, 2007.
- (上接第 240 页)
- [1] 品科学, 2005, 26(12): 246–250.
  - [2] 黄卫东, 李旻茜, 林 萍. 基于环境演化的食品供应链安全预警机制探析[J]. 江南大学学报(人文社会科学版), 2011, 10(5): 129–133.
  - [3] 李艳霞. HACCP 在“从农田到餐桌”食品供应链中的应用[J]. 检验检疫科学, 2008, 18(1): 70–72.
  - [4] Brost W N. Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse[D]. Enschede: University of Twente, 1997.
  - [5] 杜小勇, 李 曼, 王 珊. 本体学习研究综述[J]. 软件学报, 2006, 17(9): 1837–1847.
  - [6] 常 春. Ontology 在农业信息管理中的构建和转化[D]. 北京: 中国农业科学院, 2004.
  - [7] 朱 麟, 张友华, 李绍稳, 等. 一个基于本体的 HACCP 体系知识服务系统[C]//Proceedings of 2010 3rd International Conference on Computational Intelligence and Industrial Application (Volume 8). [s. l.]: [s. n.], 2010.
  - [8] Noy N F, McGuinness D L. Ontology development: a guide to increasing your first ontology[R]. USA: Stanford University, 2001.
  - [9] 刘清泉. 食品安全与 HACCP 体系[J]. 中国食品添加剂, 2009(S1): 61–64.
  - [10] 耿予欢, 李国基. 食品安全与 HACCP 系统的应用[J]. 中国酿造, 2005(3): 5–9.
  - [11] Perez G A, Benjamins R V. Overview of Knowledge Sharing and Reuse Components: Ontologies and Problem-solving Methods[C]//Proceedings of the IJCAI-99 Workshop on Ontologies and Problem-solving Methods (KRRS). [s. l.]: [s. n.], 1999: 1–15.
  - [12] Horridge M. A Practical Guide to Building OWL Ontologies Using Protégé 4 and CO-ODE Tools Edition 1.3[EB/OL]. 2011. <http://owl.cs.manchester.ac.uk/tutorials/protegeowl-tutorial/>.
  - [13] 吴玉玲. HACCP 在饲料生产企业中的应用研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2009.

作者: [李宏伟](#), [黄卫东](#), [洪小娟](#), [LI Hong-wei](#), [HUANG Wei-dong](#), [HONG Xiao-juan](#)  
作者单位: [南京邮电大学 经济与管理学院, 江苏 南京, 210046](#)  
刊名: [计算机技术与发展](#)

ISTIC

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

年, 卷(期): 2013(9)

## 参考文献(13条)

1. [唐晓纯](#), [苟变丽](#) [食品安全预警体系框架构建研究](#)[期刊论文]-[食品科学](#) 2005(12)
2. [黄卫东](#), [李旻茜](#), [林萍](#) [基于环境演化的食品供应链安全预警机制探析](#)[期刊论文]-[江南大学学报\(人文社会科学版\)](#) 2011(05)
3. [李艳霞](#) [HACCP在“从农田到餐桌”食品供应链中的应用](#) 2008(01)
4. [Brost W N](#) [Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse](#) 1997
5. [杜小勇](#), [李曼](#), [王珊](#) [本体学习研究综述](#)[期刊论文]-[软件学报](#) 2006(09)
6. [常春](#) [Ontology在农业信息管理中的构建和转化](#) 2004
7. [朱麟](#), [张友华](#), [李绍稳](#) [一个基于本体的HACCP体系知识服务系统](#) 2010
8. [Noy N F](#), [McGuinness D L](#) [Ontology development:a guide to increasing your first ontology](#) 2001
9. [刘清泉](#) [食品安全与HACCP体系](#)[期刊论文]-[中国食品添加剂](#) 2009(z1)
10. [耿予欢](#), [李国基](#) [食品安全与HACCP系统的应用](#)[期刊论文]-[中国酿造](#) 2005(03)
11. [Perez G A](#), [Benjamins R V](#) [Overview of Knowledge Sharing and Reuse Components:Ontologies and Problem-solving Methods](#) 1999
12. [Horridge M A](#) [A Practical Guide to Building OWL Ontologies U-sing Protégé4 and CO-ODE Tools Edition 1.3](#) 2011
13. [吴玉玲](#) [HACCP在饲料生产企业中的应用研究](#)[学位论文] 2009

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wjfz201309060.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201309060.aspx)