DOI: 10.12398/j.issn.2096-7217.2023.04.002

基于区块链技术的食品溯源在元宇宙中的应用构想与设计

卞立平[1], 吕滢[2], 罗智彬[2], 肖蓉[1]

(1. 江苏省农业科学院,江苏南京,210000; 2. 南京知麦信息科技有限公司,江苏南京,210000)

摘要:元宇宙时代的开启,逐渐改变人类社会生产与分配的方式,高度虚拟化的沉浸式互联网世界,已经成为了人类下一代互联网发展的新阶段。元宇宙中的"衣食住行",也是虚拟公民必不可少的生活要素和重要领域,但元宇宙作为多种前沿信息技术集成的新形态,目前在农业相关领域的研究和应用较少。通过对元宇宙中虚拟食品所具备的社交属性与数字资产属性进行价值分析,探讨了食品溯源在元宇宙中的意义与应用场景,并搭建了以感知层、数据层、基础层、工具层、应用层为基础的元宇宙溯源系统。该系统以平台运维端、商户企业端与消费者用户端为使用对象,设计了权限管理、区块链管理、智能合约管理、平台运维、食品加工管理、数据采集管理、产品追溯、认领种植等主要功能,以及配套的前端与后端开发技术路线,阐述了元宇宙食品追溯过程中以智能合约为核心技术的工作原理,并提出了一套智能合约的设计思路和部署流程。本系统是农业产业与区块链、元宇宙等新技术场景进行跨界融合的一次创新探索,具有一定的前瞻性和应用性,为未来元宇宙在农业中的应用研究提供了指导与参考。

关键词:元宇宙;食品溯源;区块链;智能合约

中图分类号:S24 **文献标识码:**A **文章编号:**2096-7217(2023)04-0011-09

卞立平, 吕滢, 罗智彬, 肖蓉. 基于区块链技术的食品溯源在元宇宙中的应用构想与设计[J]. 智能化农业装备学报(中英文), 2023, 4(4): 11-19

BIAN Liping, LÜ Ying, LUO Zhibin, XIAO Rong. Application conception and design of food traceability in the Metaverse based on blockchain technology [J]. Journal of Intelligent Agricultural Mechanization, 2023, 4(4): 11-19

0 引言

当前,元宇宙(Metaverse)是指:将VR/AR技术、互联网、游戏、社交网络融合在一起,衍生出的下一代互联网形态。在日本内阁办(Cabinet office of Japan)官网的第5次STI(science, technology and innovation)基本计划中第一次提到了"5.0社会"的概念[1]。而在第6次STI基本计划中,"5.0社会"被定义为:"通过一个高度融合虚拟空间和物理空间的系统,让所有人都能享受到舒适且充满活力的高质量生活,构建一个以人为本、适应经济发展并有效解决社会问题的新型社会。"该定义包含了和元宇宙概念较为一致的部分,即高度虚拟化的沉浸式互联网形态。可见对于社会形态的变化,信息技术和数字多媒体技术领域已率先做出了较为一致的预言。当未来社会的生产力从体力逐渐转变为智力,并伴随着人工智能的不断发展,机器的生产力将越来越强大,人类社会有可能迎来"梦寐以求"的元宇宙。人类可以将更多精力投入到与物理世界同步映射的虚拟世界中,而以区块链技术为核心的分布式和去中心化的资源分配方式,将会为这个虚拟世界中的虚拟公民、虚拟组织提供一个公平、可信的自治管理机制,并使虚拟世界里的教育、工作和生活更有意义。元宇宙中的"衣食住行",依然会是虚拟公民逃离不开的生活要素和兴趣社群重要领域。其中,对人类最重要的生存元素——食品,将和虚拟销售业态碰撞出新的火花。当下的现实社会中,新零售形态的发展,已经逐渐从线上销售过渡到虚拟销售,将为元宇宙消费市场提供更多服务体验的可能性[2]。

为了整体把握国内当前元宇宙相关研究概况,本文以中国知网(CNKI)的总数据库为中文文献来源,并以Web of Science核心合集数据库为外文文献来源,进行文献计量分析。2023年2月27日,在CNKI数据库中,以"SU=元宇宙 or SU=虚拟世界"为检索式,选定检索范围为"学术期刊",共检索到中文文献6 583篇。

收稿日期:2022-08-29 修回日期:2023-10-09

基金项目:国家重点研发计划(2022YFD2100604);江苏省农业科技自主创新资金项目(CX(21)3054)

第一作者:卞立平,男,1985年生,江苏东台人,博士研究生,副研究员;研究方向为农业信息化技术。E-mail: blp_njau@163.com

在Web of Science核心合集数据库中,检索式设置为“TI=Metaverse or TI=Virtual World and DT=Article”,共得到839条相关外文文献。其中最早一篇发表于1990年,由此可见,国外对于“元宇宙”的研究早于国内。在CNKI数据库中,以“SU=元宇宙*农业 or SU=虚拟世界*农业”为检索式,选定检索范围为“学术期刊”,共检索到中文文献17篇。在Web of Science核心合集数据库中未检索到“元宇宙+农业”相关文献。

如陈枫等[3]提出,可以在虚拟农场中模拟不同生长环境下农作物的生长过程,从而获得大量农作物生长数据,辅以XR技术,足不出户实时查看农田情况,远程进行农事操作;将元宇宙技术应用到农产品溯源中,消费者可更直观地获取农产品产地、生长过程及流通的场景,以提升溯源可信度。钟业喜等[4]认为,可将元宇宙与农业旅游相结合,实现“云上体验”乡村田园风光,认养等新型活动模式,延长农业产业链。卢勇等[5]提出,使用NFT技术,将农业文化遗产转化为数字藏品,在元宇宙中展出给受众带来沉浸式的参观体验。何诚颖等[6]指出,可以在元宇宙中搭建实景农业电商平台,使消费者获得全新的消费体验。在TIAN等[7]的研究中,提出了基于区块链技术和IoT技术的供应链溯源系统,可实现对农产品“从农场到餐桌”的溯源和监管;在徐瑞曜等[8]的研究中,详细列出了现阶段可用于接入农业元宇宙的丰富技术类型,既可实现全面获取食品从生产到销售的全流程溯源数据,也可实现沉浸式的食品观看体验。

由此可见,国内外对于元宇宙技术在农业方面的研究较少,且检索到的文献的主要以元宇宙相关基础技术(区块链、物联网、数字孪生、人工智能等)在农业领域的应用场景构想为主要研究方向。国内目前对于农业元宇宙的研究仍处于起步阶段,尤其在农业产业应用方面,还主要集中在理论阶段,较少有实际的应用研究和技术开发。为了建设真实可用的元宇宙食品溯源应用方案,实现消费者可沉浸式体验获取食品产地、种植生长过程、加工及流通场景的目的,本文通过对元宇宙虚拟食品的意义和食品溯源的应用场景进行分析,得出元宇宙食品溯源需要采集的环节数据、采集设备和输出数据形态以及交互方式;综合技术综述分析和区块链软件开发行业专家讨论法选型,提出应用系统的架构设计和面向对象的程序功能设计方案,包括:对元宇宙应用系统架构感知层、数据层、基础层、工具层、应用层的分别定义和架构机制的分析设计,对元宇宙应用系统架构搭建的方案设计,基于不同对象的系统功能分析设计与开发方案,基于面向对象类定义的智能合约设计与实现。

1 元宇宙虚拟食品意义和食品溯源应用场景

1.1 元宇宙中的虚拟食品的意义

在元宇宙中,尽管食品是虚拟的数据对象,但却可以成为真实个体的个性标签。例如素食主义者、有机主义者和米其林餐厅爱好者,都可以在元宇宙中分别建立起社群圈、主题活动和收藏特展,在虚拟世界延续倡导健康饮食和优质饮食的理念和实践方式,找到对相同话题感兴趣的用户群体,扩大社群影响力,也可以在元宇宙中通过消费实际热量糖分都超标的“垃圾食品”来展示自己的生活态度和美食审美[9]。

1.2 元宇宙中食品溯源的应用场景

在现实社会中,人们对食品价值的衡量主要来自于形状、品牌、产地等方面[10]。因此对于元宇宙中的虚拟食品来说,需要一种可靠、精准、可信的方法来呈现上述指标。自1987年NF EN ISO 8402对可追溯性定义以来,食品溯源技术在全世界范围内已有30余年的历史,随着现代信息技术的发展,基于区块链的食品溯源技术,更是当前的热门研究领域。基于区块链的食品追溯技术并结合跨链技术,能够把食品追溯数据无缝衔接至元宇宙的虚拟世界中,为每一个食品建立完整的身份信息,并可与虚拟生活体验进行结合,创造更多的应用场景和价值[11-12]。

例如对元宇宙中“有机食谱攻略”或“米其林餐厅体验记录”场景进行设计:元宇宙用户可付费浏览这些独一无二的链上档案数据;或结合数字孪生和VR技术进行一次米其林餐厅的沉浸式虚拟体验;还可以根据溯源记录的食材源头信息,一键下单采购直送到家,确保食材的原汁原味;甚至可以参与餐厅或农场发起的虚拟种植项目,沉浸式体验食材的生长加工过程,实现远程施肥、浇水等农事活动,为元宇宙的生活添加更多乐趣。而通过智能硬件终端采集溯源数据(如物联网设备终端、AI图形识别智能摄像头等),食品的可溯源性和信息完整性能够得到极高的保障,能够实现精准追溯到每一盘高级料理的源头食材、物流运输、保鲜贮存、加工过程、烹饪方式等各个环节,甚至烹饪餐厅的卫生资质和米其林星级评定都可以被永久记录在一份追溯档案中,由区块链进行分布式记账存证,确保溯源数据的真实性与可信度。

2 元宇宙食品溯源应用系统设计与实现

2.1 系统架构

元宇宙应用系统从底层构架开始可大致分为5层,从下至上依次为:感知层、数据层、基础层、工具层、

应用层。每层具体对应的核心能力和技术栈如图 1　　所示。



图 1　元宇宙食品溯源应用系统架构

Figure 1　Architecture diagram of the Metaverse food traceability application system

感知层作为元宇宙入口，在 AR/VR/MR 等智能硬件设备和智能硬件接口的支持下，以视听触嗅等感官方式采集现实世界的原始体验数据。这些设备提供了以沉浸式交互为核心的用户体验，使用户仿佛置身于全新的虚拟环境中。

数据层承担着元宇宙的核心功能，包括确权、传输、存储和计算。采用分布式云存储技术来管理和处理数据。业务数据库基于 MySQL，链上数据库采用 MongoDB，而 Redis 作为缓存数据库被应用于提升数据读取和计算效率。

基础层是元宇宙区块链能力的核心所在，由共识、网络、激励、合约、跨链协议和对外接口构成。在此层采用 FiscoBcos 作为基础区块链框架，并通过智能合约实现与以太坊的互操作。

工具层为应用层提供交互素材和技术支持，其中包括虚拟艺术、虚拟资产和模型制作等服务和中间件工具。虚拟艺术能够在虚拟环境中实现艺术创作和呈现。虚拟资产涵盖数字货币、虚拟房产、虚拟商品等多种形式，用户可以通过交易和投资参与元宇宙经济。模型制作提供创造虚拟场景、角色和物体等的工具，以促进用户在元宇宙中进行内容创作和设计。

应用层是元宇宙实现具体功能和服务的最高层，包括元宇宙食品溯源应用系统的数据输出和多角色用户功能交互。该应用层包含管理后台、商家企业端和消费者用户端等主要应用端，以满足食品溯源的需求。管理后台实现对元宇宙食品溯源的监控和管理功能，商家企业端能够追踪食品的生产和流通过程，与消费者用户端进行互动，提供可信赖的食品信息和购买途径。通过数据输出和多角色用户功能交互，元宇宙食品溯源应用系统能够满足用户需求，为用户提供可靠的食品溯源服务。

2.2　系统功能

2.2.1　系统功能设计

在元宇宙中，完整的食品溯源应用系统应包括管理后台、商家企业端、消费者用户端 3 套应用终端，整体架构如图 2 所示。

其中管理后台用于整个系统的运维和监控，由系统运维人员和监管人员操作。登录授权管理、用户管理和权限管理模块，用于实时同步控制商家企业端和消费者用户端的注册登录、用户中心等相关的功能模块。溯源信息监管模块，会对上链数据进行实时监测与异常报警，实现食品品质安全的风险预警。运行监控模块为运维人员提供系统各个终端和模块的实时性能指标数据。区块链管理模块作为系统的核心组件，包括了区块链性能监控、智能合约管理、元宇宙及其他第三方接口管理等重要功能。

商家企业端用于供应链全环节的信息采集与上链，由食材种植生产方、经销物流方、终端加工方等相关主体人员操作，结合物联网等其他技术，能够有效确保全程溯源信息的可靠性和完整性，并对符合要求的

产品及主体进行区块链认证,为其创建元宇宙中的NFT(non-fungible token, NFT)。

消费者用户端用于追溯信息的查询与更多虚拟互动功能的体验。用户可以上传菜品消费经历或查询完整的食品追溯信息,也可以认领虚拟种植项目,或进行NFT的流通和交易,还可以基于追溯信息利用数字孪生和VR技术来体验更加生动和真实的食品生产流程。

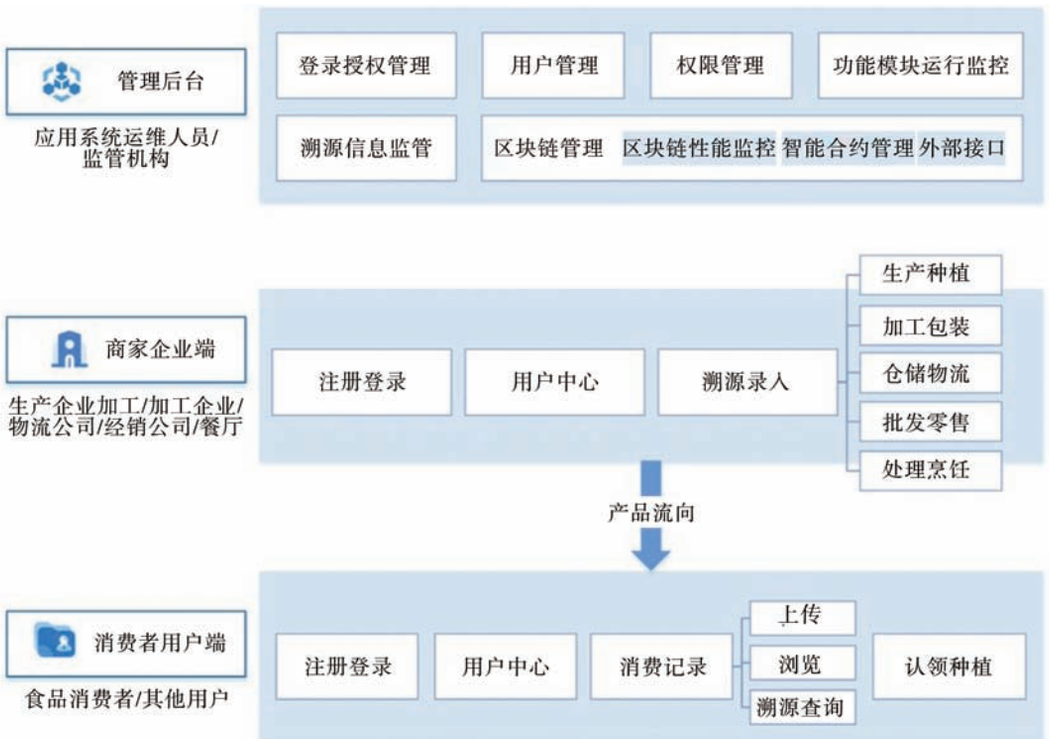


图2 元宇宙食品溯源系统应用业务框架

Figure 2 Application service framework of the Metaverse food traceability system

2.2.2 功能开发技术方案

基于对完整的食品溯源应用系统所包括的管理后台、商家企业端、消费者用户端的所有功能需求,首先设计程序原型,之后软件后端开发、Unity3D开发和前端开发部分的工作分别进行。

项目整体采用松耦合微服务架构,服务之间通过gRPC或RESTful API进行交互。微服务可通过.Net Core、Java、PHP、NodeJS等进行开发,前端交互UI通过Vue、AngularJS、UniApp等进行。区块链Solidity智能合约使用Remix、Chain IDE等进行编写,视觉建模和互动引擎基于Unity3D开发,具体开发技术方案与流程如下。

1)后端服务开发:①设计和搭建链下业务数据库;②根据数据业务逻辑开发中间件与功能服务模块;③配置Tomcat和IIS;④部署应用服务器ServiceServer;⑤提供API接口服务。

2)Unity 3D开发:①设计建模三维/平面素材;②基于Unity物理引擎开发3D交互与动画效果。

3)前端应用开发:①基于界面UI设计开发前端应用;②在前端应用中集成Unity 3D交互组件和调用方法;③部署Web/App应用。

4)区块链底层服务开发:①基于FiscoBcos的二次开发与API封装;②Solidity智能合约开发。

5)在完成上述开发流程后,由前后端共同完成基于区块链底层服务接口的调用,以及微服务API和前端应用的联调。联调后由软件测试工程师完成软件测试和问题修复后的回归测试,再实施应用程序的试运行和发布上线。

整体功能开发技术流程图如图3所示。

2.3 智能合约

元宇宙中,为区块链食品溯源起到关键确权、溯源记录存证、校验预警等功能的核心是智能合约技术[13]。智能合约(smart contract)可以认为是基于区块链的数字资产控制程序,狭义来说智能合约是业务逻辑和算法的程序代码,广义来说智能合约是一种计算机协议,一旦部署即可自我执行和自我验证[14]。

2.3.1 合约设计与判断原理

智能合约在元宇宙食品溯源过程中主要可以起到两方面的作用:一是规范数据上链格式;二是对上链信息进行自动判断。其智能合约的核心要素分别是数据

结构和函数设计。

1)规范数据上链格式,即对溯源数据的结构进行定义。结构定义包含两个方面:分别为农产品溯源信息结构定义和验证标准结构定义(图 4)。

2)函数设计涉及对需要判断的字段对象进行情况梳理拆分,分流输出结果。以判断上传的溯源信息与校验标准是否一致的函数设计为例,函数执行流程如图 5 所示。

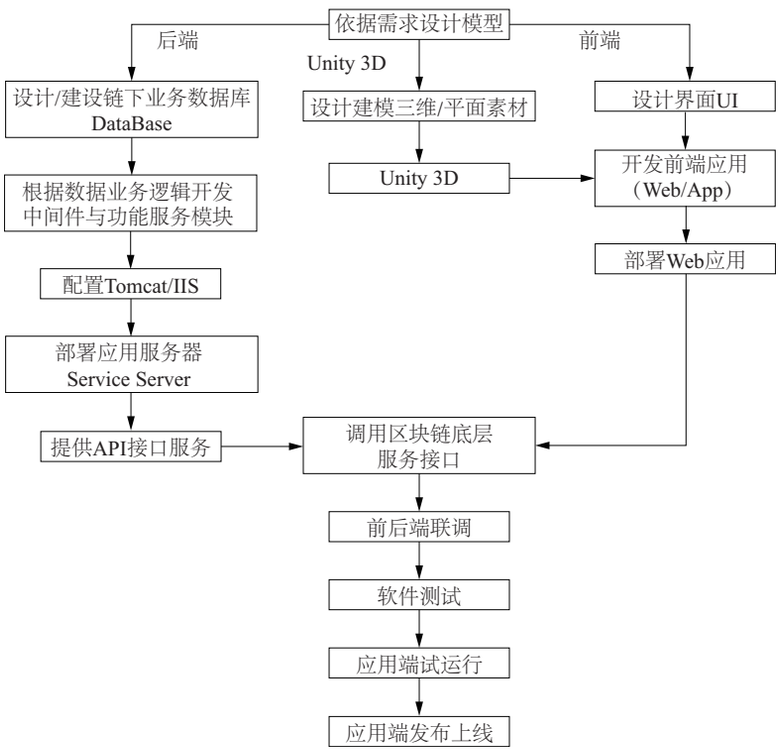


图 3　元宇宙食品溯源系统功能开发技术流程图

Figure 3　The technical flow chart of function development of the Metaverse food traceability system

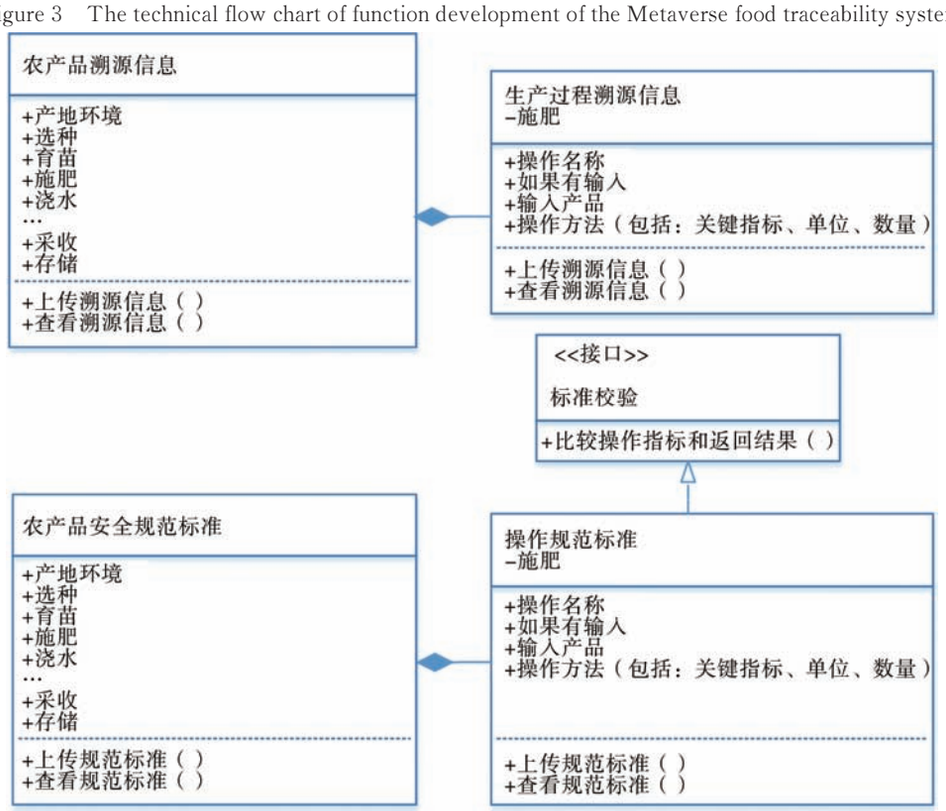


图 4　溯源信息和校验标准的 UML 类图

Figure 4　The UML class diagram of traceability information and verification standard

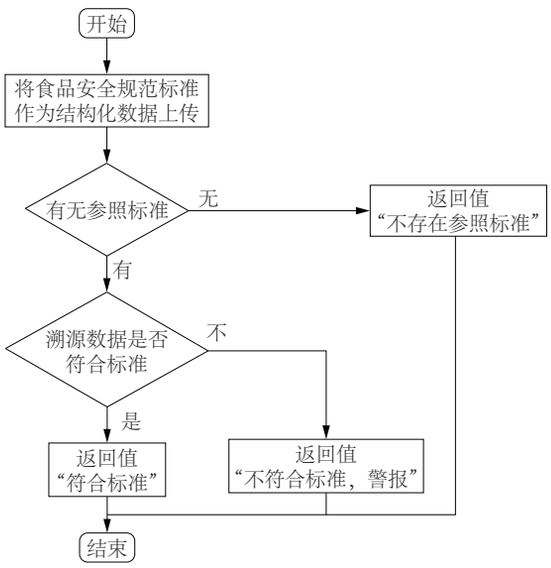


图5 溯源信息判断机制流程图

Figure 5 Mechanical flow chat of traceability information judgment

通过该智能合约,我们能够实现:(1)如果系统中没有与溯源信息结构体相一致的校验标准,则返回“不存在参照标准”;(2)如果单一溯源信息的结构与校验标准完全一致,则返回“符合标准”;(3)如果单一溯源信息的结构与校验标准不一致的字段值大于等于1项,则返回“不符合标准,警报”。

2.3.2 智能合约部署流程

溯源系统中的智能合约部署与调用方法如图6所示。

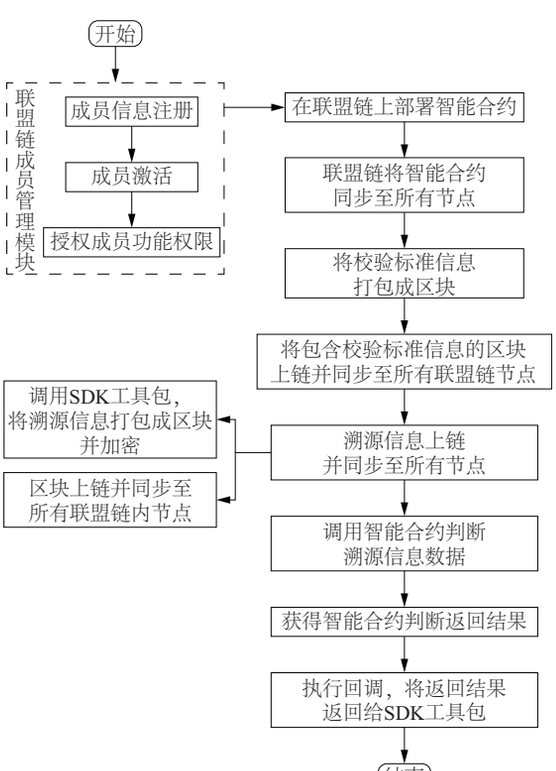


图6 溯源相关智能合约部署业务流程

Figure 6 Key work processes of underlying consortium blockchain

首先根据农产品生产过程管控模型、品质预警模型、产品追溯业务需求等内容,编写智能合约程序。再将编译后生成的智能合约文件二进制码和字节码发送到区块链交易的输入数据中,编辑以0x0开头的接收地址,并将其打包到交易块中。根据0x0的地址头,区块链可以确定该交易区块的类型为“智能合约部署”,当验证通过后自动执行区块上链部署,返回该智能合约的链上有效地址。区块链会将智能合约部署交易同步至所有节点,确保所有节点均可读取及调用该智能合约。当农产品溯源信息上链时,每个节点都会自动调用智能合约,对上链数据进行实时运算,最后返回计算结果并执行回调方法,实现确权、存证、查询、预警等功能。

3 系统实现效果

本系统3个用户终端具备如表1所示的主要功能点。系统开发完成后的部分示例界面如图7—图9所示。



图7 基于区块链的元宇宙农产品溯源系统界面

Figure 7 The Metaverse agricultural product traceability system interface based on blockchain



图8 基于Unity3D的元宇宙农产品

Figure 8 Metaverse agricultural products based on Unity3D

其中,图7表示用户在元宇宙系统中查看农产品溯源信息的系统界面,可完整展示由智能合约生成的详细溯源信息,包括生产商信息、产地信息、生长管理过程信息、批次信息、检测报告等内容。图8为用户点击具体农产品后,可以拖拽体验基于Unity3D打造的精细农产品数字模型,提高感官体验。

表 1　系统主要功能介绍

Tabel 1　Introduction to the main functions of the system

用户终端	一级功能点	二级功能点
01 管理后台	0101 登录/授权页面	用户名/密码登录
		后台授权可用账户
	0102 控制面板	系统状态摘要和实时统计
	0103 用户和权限管理	用户列表
		创建/编辑/删除用户
		用户角色分配
	0104 溯源信息监管	实时上链数据展示
		异常报警通知
		风险预警列表
	0105 运行监控	实时性能指标图表
		终端和模块启用状态和接口请求量
	0106 区块链管理	区块链性能监控可视化图表
		智能合约列表与管理
		元宇宙和第三方接口配置
02 商家企业端	0201 登录/授权页面	用户名/密码登录
		后台授权可用账户
	0202 控制面板	当前链上信息统计总览
	0203 信息采集与上链	上传溯源信息(同时上链)
		查看已上传溯源信息
		物联网设备管理
	0204 区块链认证	认证请求
		查看认证状态
		创建NFT
		发行NFT
03 消费者用户端	0301 登录/注册页面	用户名/密码或第三方账号登录
		用户注册
	0302 主页	最新溯源信息展示
		溯源查询入口
		用户中心入口
	0303 用户中心	个人信息管理
		我的消费经历
		我的NFT
	0304 溯源查询	输入查询参数
		查看食品溯源信息详情
	0305 元宇宙交互	认领虚拟种植项目
		NFT交易市场(浏览、交易)
		数字孪生和VR体验入口

图 9 为元宇宙中各个农产品的 NFT 交易平台,以及用户个人拥有的 NFT 数字钱包,通过交易平台能够进一步提高元宇宙中数字农产品的流通价值,赋予高端优质农产品更多的社交和收藏属性。



图 9 基于区块链的元宇宙农产品 NFT 应用 App

Figure 9 The NFT application for Metaverse agricultural products based on blockchain

4 结论与展望

4.1 实现真实可溯、体验可感的元宇宙食品溯源

该系统通过建立基于元宇宙技术栈的系统架构,并设计和开发食品溯源应用系统功能模块,结合智能合约规范数据上链格式并对上链信息进行自动判断,实现真实可溯、体验可感的元宇宙食品溯源。该系统设计和实现方案,在我国农业产业与区块链、元宇宙技术的跨界结合上具有领先的前沿探索性和示范作用,具有较高的场景化可应用性,填补国内外学术界对元宇宙技术和农业产业结合的研究空白。

4.2 系统设计应关注用户体验与数据安全

针对元宇宙的食品溯源应用程序设计,一方面应该更关注用户的体验和数据安全与可信,充分利用区块链的特性和智能合约技术,确保数据可信,规范上链信息结构,提高品质安全的评价水平;另一方面,应该继续探索元宇宙中应用程序的性能优化和兼容性,尝试突破区块链底层架构对于业务吞吐量上行的限制,结合更好的虚拟体验多媒体技术,把应用软件的功能体验度和元宇宙的虚拟生活体验度协调一致,才能促进食品溯源技术在虚拟世界中的良好运作与成长迭代。

4.3 虚拟食品的数字资产化

作为元宇宙中的数字资产,如何为虚拟食品赋予更多的价值,使其在元宇宙中获得更多人的认可变得尤为重要。真实世界中的食品也可以通过数字孪生技术,在元宇宙中利用区块链创建一个独一无二的数据对象(NFT),使其成为具有唯一身份的数字资产,并可在元宇宙中进行流通或消耗。因此,元宇宙中的虚拟食品并不是无价值的数据,而是与数字卡通头像、数字音乐、虚拟游戏道具等一样,成为了一种可流通的数字资产。

4.4 展望未来

踏入元宇宙的探索才刚刚开始,虚拟世界里的衣食住行、休闲娱乐项目随着前沿技术的发展逐渐丰满完整。面对未来崭新的去中心化的虚拟环境,必然催生出更多的新事物和新概念,但是对食品溯源的需求,却不会随着社会形态的变化而消减,元宇宙中的食品溯源,借助区块链、VR 等新技术的加持,既衔接了现实与虚拟,又增加了更加丰富有趣的沉浸式体验,为虚拟数字食品赋予了更高的价值和意义。

参 考 文 献

[1] Cabinet Office, Government of Japan. Society 5.0 [EB/OL]. https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html, 2021-03-26.

[2] BOURLAKIS M, PAPAGIANNIDIS S, LI F. Retail spatial evolution: Paving the way from traditional to Metaverse retailing [J]. Electronic Commerce Research, 2009, 9(1-2): 135-148.

[3] 陈枫, 孙传恒, 邢斌, 等. 农业元宇宙: 关键技术、应用情景、挑战与展望[J]. 智慧农业(中英文), 2022, 4(4): 126-137.
CHEN Feng, SUN Chuanheng, XING Bin, et al. Agricultural Metaverse: Key technologies, application scenarios, challenges and prospects [J]. Smart Agriculture, 2022, 4(4): 126-137.

[4] 钟业喜, 吴思雨. 元宇宙赋能数字经济高质量发展: 基础、机理、路径与应用场景[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2022(4):1-12.
ZHONG Yexi, WU Siyu. Metaverse empowers the high-quality development of digital economic: Basis, mechanism, path and application scenarios [J]. Journal of Chongqing University(Social Science Edition), 2022(4):1-12.

[5] 卢勇, 任思博. 农业文化遗产元宇宙的内涵、路径及应用前景研究[J]. 中国农史, 2022, 41(2): 136-148.
LU Yong, REN Sibo. Research on the connotation, path and application prospect of agricultural cultural heritage Metaverse [J]. Agricultural History of China, 2022, 41

(2)：136－148.

[6] 何诚颖，黄轲，张左敏暘，等．元宇宙产业发展：重塑效应、阶段特征及演进前景[J]．安徽师范大学学报(人文社会科学版)，2022，50(5)：111－122.
HE Chengying，HUANG Ke，ZHANG Zuominyang，et al. Meta-cosmic industry development：Remolding effect，stage characteristics and evolution prospect [J]. Journal of Anhui Normal University(Hum. & Soc. Sci.)，2022，50(5)：111－122.

[7] TIAN F. An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology [C]// 2016 13th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM)，Kunming，2016：1－6.

[8] 徐瑞曜，周劲松．试论元宇宙在现代农业生产管理中的应用[J]．物联网技术，2023，13(2)：87－91，94.

[9] 戴莉娟．汉堡王入局NFT，是噱头还是趋势?[J]．现代广告，2021(19)：40－41.

[10] 纪杰．“互联网＋”食品模式、安全监管困境与策略研究[J]．中国卫生政策研究，2018，11(5)：28－32.
JI Jie. “Internet ＋” food model，safety supervision dilemma and countermeasure strategy [J]. Chinese Journal of Health Policy，2018，11(5)：28－32.

[11] GARAUS M，TREIBLMAIER H. The influence of blockchain-based food traceability on retailer choice：The mediating role of trust [J]. Food Control，2021(161)：108082.

[12] ISABEL HERNÁNDEZ，LUIS GONZÁLEZ-VAQUÉ. The blockchain technology and the regulation of traceability：The digitization of food quality and safety [J]. European Food and Feed Law Review，2020，15(6)：563－570.

[13] Computer Companies. Patent issued for system and method for attending a recorded event in the Metaverse application (USPTO 9165426) [Z]. Computer Weekly News，2015.

[14] 贺海武，延安，陈泽华．基于区块链的智能合约技术与应用综述[J]．计算机研究与发展，2018，55(11)：28－32.
HE Haiwu，YAN An，CHEN Zehua. Survey of smart contract technology and application based on blockchain [J]. Journal of Computer Research and Development，2018，55(11)：28－32.

Application conception and design of food traceability in the Metaverse based on blockchain technology

BIAN Liping[1]，LÜ Ying[2]，LUO Zhibin[2]，XIAO Rong[1]

(1. *Jiangsu Academy of Agricultural Sciences*，*Nanjing* 210000，*China*；
2. *Nanjing Zhimai Information and Technology Co.，Ltd.*，*Nanjing* 210000，*China*)

Abstract: The opening of the Metaverse era has gradually changed the ways of production and distribution of human society. The highly virtualized immersive Internet world has become a new stage of the development of the next generation of the Internet. The “food，clothing，housing and transportation” in the Metaverse are also an essential elements of life and important fields for virtual citizens. However，as a new form of integration of a variety of cutting-edge information technologies，the Metaverse is currently less studied and applied in agricultural related fields. This paper analyzes the value of the social attribute and digital asset attribute of virtual food in the Metaverse，discusses the significance and application scenarios of food traceability in the Metaverse，and builds a Metaverse traceability system based on the perception layer，data layer，basic layer，tool layer，and application layer. This system targets operation and maintenance management client，merchant enterprise client and consumer user client，and designs the main functions such as authority management，blockchain management，smart contract management，platform operation and maintenance，food processing management，data collection management，product traceability，claim and planting，as well as the supporting front-end and back-end development technology routes. It describes the working principle of smart contract as the core technology in the process of Metaverse food traceability. A set of design ideas and deployment process of smart contract are proposed. This system is an innovative exploration of cross-border integration between agricultural industry and other new technology scenarios such as blockchain and Metaverse. It is forward-looking and applicable，and provides guidance and reference for future research on the application of Metaverse in agriculture.

Keywords: Metaverse；food traceability；block chain；smart contract