



(21) 申请号 202410135775.3

G06F 18/23213 (2023.01)

(22) 申请日 2024.01.31

(71) 申请人 福建省中电海峡智能装备研究院

地址 361000 福建省厦门市集美区软件园
诚毅北大街B20栋6楼

(72) 发明人 田一辉 赖恩毅 王刚 邓园园

(74) 专利代理机构 厦门大程丰创知识产权代理
有限公司 35332

专利代理师 沈杨杰

(51) Int. Cl.

G06F 21/64 (2013.01)

G06Q 40/04 (2012.01)

G06N 3/0475 (2023.01)

G06N 3/084 (2023.01)

G06N 3/092 (2023.01)

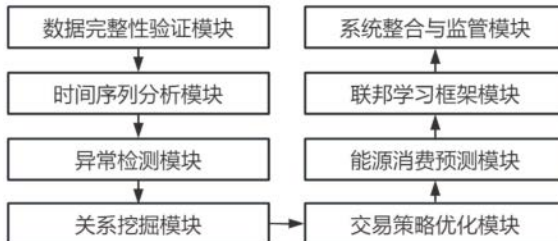
权利要求书3页 说明书11页 附图6页

(54) 发明名称

基于区块链的能源交易与监管系统

(57) 摘要

本发明涉及能源管理技术领域,具体为基于区块链的能源交易与监管系统,系统包括数据完整性验证模块、时间序列分析模块、异常检测模块、关系挖掘模块、交易策略优化模块、能源消费预测模块、联邦学习框架模块、系统整合与监管模块。本发明中,通过孤立森林和神经网络技术的应用提高对异常能源数据的识别能力,关系挖掘模块利用聚类分析、关联规则挖掘及网络分析方法揭示能源数据间复杂关联,为决策提供深刻洞见,深度神经网络与强化学习算法的结合使交易策略更灵活,能源消费预测模块准确预测未来需求、分析消费模式,更好地满足目标用户群和地区需求,联邦学习框架模块通过跨节点共享学习成果,加强数据隐私和安全,提高模型性能。



1. 基于区块链的能源交易与监管系统,其特征在於:所述系统包括数据完整性验证模块、时间序列分析模块、异常检测模块、关系挖掘模块、交易策略优化模块、能源消费预测模块、联邦学习框架模块、系统整合与监管模块;

所述数据完整性验证模块基于区块链技术,用于通过哈希算法和数字签名保障数据安全传输,数据安全传输涉及来自能源交易平台的交易记录,利用共识机制使数据保持一致性,生成验证后能源数据;

所述时间序列分析模块基于验证后能源数据,采用自回归积分滑动平均和时间序列预测方法,进行能源周期性和趋势分析,生成能源趋势分析;

所述异常检测模块基于能源趋势分析,采用孤立森林和神经网络模型,进行能源数据异常模式识别,生成异常模式检测报告;

所述关系挖掘模块基于异常模式检测报告,采用聚类分析、关联规则挖掘和网络分析方法,进行能源数据的异常数据关系挖掘,生成能源数据关系图;

所述交易策略优化模块基于能源数据关系图,采用深度神经网络和强化学习算法,进行能源交易策略优化,生成优化后交易策略;

所述能源消费预测模块基于优化后交易策略,采用图神经网络分析历史和实时数据,进行能源需求预测,生成能源需求预测报告;

所述联邦学习框架模块基于能源需求预测报告,采用联邦学习技术进行分散数据处理和模型同步更新,应用加密和数据匿名化技术保护数据隐私,生成联邦学习增强模型;

所述系统整合与监管模块基于联邦学习增强模型,采用关联规则学习方法和支持向量机算法进行数据关联性分析、数据分类优化,并进行策略决策分析,生成系统监管报告。

2. 根据权利要求1所述的基于区块链的能源交易与监管系统,其特征在於:所述验证后能源数据具体为数据不可篡改性和加密数据集,所述能源趋势分析包括能源周期性、趋势和未来预测,所述异常模式检测报告具体指不符合常规模式的能源数据,所述能源数据关系图包括能源数据相互关系和潜在联系,所述优化后交易策略具体为自动调整、市场能源交易方案,所述能源需求预测报告包括针对目标用户群、地区能源需求预测和消费模式分析,所述联邦学习增强模型具体为节点共享学习成果保障数据隐私和安全性,所述系统监管报告具体为整个能源交易与监管系统性能评估和监控结果。

3. 根据权利要求1所述的基于区块链的能源交易与监管系统,其特征在於:所述数据完整性验证模块包括数据加密子模块、共识机制子模块、数据上传子模块;

所述数据加密子模块基于区块链技术,采用安全哈希算法对区块链数据进行加密处理,生成加密后数据;

所述共识机制子模块基于加密后数据,采用工作量证明共识机制对区块链网络数据进行验证,生成共识验证后数据;

所述数据上传子模块基于共识验证后数据,采用椭圆曲线数字签名算法进行数据签名并上传到区块链网络,生成验证后能源数据。

4. 根据权利要求1所述的基于区块链的能源交易与监管系统,其特征在於:所述时间序列分析模块包括趋势分析子模块、周期性分析子模块、预测建模子模块;

所述趋势分析子模块基于验证后能源数据,采用自回归积分滑动平均算法进行趋势分析,并进行数据走势分析,生成初步趋势分析结果;

所述周期性分析子模块基于初步趋势分析结果,采用傅里叶变换方法进行能源数据周期性分析,并进行数据周期波动模式识别,生成周期性分析结果;

所述预测建模子模块基于周期性分析结果,采用时间序列预测方法进行能源数据预测建模,并进行趋势预测分析,生成能源趋势分析。

5. 根据权利要求1所述的基于区块链的能源交易与监管系统,其特征在于:所述异常检测模块包括孤立森林子模块、第一神经网络子模块、模式识别子模块;

所述孤立森林子模块基于能源趋势分析,采用孤立森林算法进行初步异常模式识别,并进行异常数据点筛选,生成初步异常模式报告;

所述第一神经网络子模块基于初步异常模式报告,采用多层感知器神经网络进行深化异常模式分析,生成深度异常模式分析报告;

所述模式识别子模块基于深度异常模式分析报告,采用模式识别技术进行异常模式识别和分类,生成异常模式检测报告。

6. 根据权利要求1所述的基于区块链的能源交易与监管系统,其特征在于:所述关系挖掘模块包括聚类分析子模块、关联规则子模块、网络分析子模块;

所述聚类分析子模块基于异常模式检测报告,采用K均值聚类算法,进行能源数据分类,生成聚类分析结果;

所述关联规则子模块基于聚类分析结果,采用Apriori关联规则挖掘算法,进行数据潜在关系探索,生成关联规则挖掘结果;

所述网络分析子模块基于关联规则挖掘结果,采用社交网络分析方法,通过探究数据间复杂关系,生成能源数据关系图。

7. 根据权利要求1所述的基于区块链的能源交易与监管系统,其特征在于:所述交易策略优化模块包括策略制定子模块、第二神经网络子模块、强化学习子模块;

所述策略制定子模块基于能源数据关系图,进行能源交易策略设计,生成初步交易策略;

所述第二神经网络子模块基于初步交易策略,采用卷积神经网络进行策略结构优化,并进行策略性能增强,生成神经网络优化策略;

所述强化学习子模块基于神经网络优化策略,采用强化学习算法进行交易策略优化,生成优化后交易策略。

8. 根据权利要求1所述的基于区块链的能源交易与监管系统,其特征在于:所述能源消费预测模块包括图神经网络子模块、历史数据分析子模块、实时数据处理子模块;

所述图神经网络子模块基于优化后交易策略,采用图卷积网络进行历史和实时数据分析,并进行能源数据关联性分析,生成数据关联性分析结果;

所述历史数据分析子模块基于数据关联性分析结果,采用时间序列分析方法进行历史数据趋势挖掘,生成历史数据分析结果;

所述实时数据处理子模块基于历史数据分析结果,采用实时数据流处理技术进行能源需求预测,生成能源需求预测报告。

9. 根据权利要求1所述的基于区块链的能源交易与监管系统,其特征在于:所述联邦学习框架模块包括分散数据处理子模块、模型同步更新子模块、隐私保护子模块;

所述分散数据处理子模块基于能源需求预测报告,采用联邦学习分布式处理技术进行

数据融合,生成分散数据处理结果;

所述模型同步更新子模块基于分散数据处理结果,采用模型聚合算法同步更新模型,生成模型同步更新结果;

所述隐私保护子模块基于模型同步更新结果,采用同态加密方法和数据匿名化策略进行数据隐私保护,生成联邦学习增强模型。

10.根据权利要求1所述的基于区块链的能源交易与监管系统,其特征在于:所述系统整合与监管模块包括监控子模块、评估子模块、报告生成子模块;

所述监控子模块基于联邦学习增强模型,采用数据监控方法进行系统性能跟踪,生成监控分析结果;

所述评估子模块基于监控分析结果,采用支持向量机算法进行数据分类和关联性分析,生成数据分类优化结果;

所述报告生成子模块基于数据分类优化结果,采用关联规则学习方法进行系统性能分析,并进行综合评估策略决策,生成系统监管报告。

基于区块链的能源交易与监管系统

技术领域

[0001] 本发明涉及能源管理技术领域,尤其涉及基于区块链的能源交易与监管系统。

背景技术

[0002] 能源管理技术领域主要是利用信息技术,尤其是区块链技术,来优化能源资源的分配、交易和监管。区块链技术在这里的应用,确保交易数据的不可篡改性、提高系统的透明度和安全性。这个领域还涉及智能合约、分布式账本技术等,实现更自动化、更高效的能源交易和管理。

[0003] 其中,基于区块链的能源交易与监管系统是一个运用区块链技术来实现能源交易和监管的系统。其目的在于提供一个安全、透明、高效的平台,用于能源的买卖和监控,实现能源交易的去中心化,降低交易成本,提高交易效率,并确保交易记录的真实性和不可篡改性。系统旨在通过实时监管和数据分析,提高能源使用和分配的效率,从而达到节能减排、优化资源配置的效果,利用区块链的分布式账本技术来记录所有交易,确保数据的安全性和透明度。运用智能合约自动执行交易协议,减少人工干预,提高交易效率。还结合物联网技术实现能源消耗的实时监控和管理,以及利用大数据分析优化能源分配和预测未来能源需求。

[0004] 传统能源交易与监管系统缺乏有效的数据完整性和安全性保障,易受到数据篡改和安全威胁。在能源趋势分析方面,传统方法未能提供综合和准确的预测,缺乏对周期性和长期趋势的理解,异常检测能力有限,难以准确识别和处理异常数据,导致重大的能源管理错误。关系挖掘方面,传统系统很难揭示数据之间的复杂关系和潜在联系,限制了决策的深度和广度。在交易策略优化上,传统方法缺少灵活性和适应性,无法应对市场变化。能源需求预测过于粗略,缺乏对目标用户群和地区的详细考虑。传统模型在数据隐私和安全性方面存在漏洞,且整合与监管模块的效率和可靠性有待提升。

发明内容

[0005] 本发明的目的是解决现有技术中存在的缺点,而提出的基于区块链的能源交易与监管系统。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用了如下技术方案:基于区块链的能源交易与监管系统包括数据完整性验证模块、时间序列分析模块、异常检测模块、关系挖掘模块、交易策略优化模块、能源消费预测模块、联邦学习框架模块、系统整合与监管模块;

所述数据完整性验证模块基于区块链技术,用于通过哈希算法和数字签名保障数据安全传输,数据安全传输涉及来自能源交易平台的交易记录,利用共识机制使数据保持一致性,生成验证后能源数据;

所述时间序列分析模块基于验证后能源数据,采用自回归积分滑动平均和时间序列预测方法,进行能源周期性和趋势分析,生成能源趋势分析;

所述异常检测模块基于能源趋势分析,采用孤立森林和神经网络模型,进行能源

数据异常模式识别,生成异常模式检测报告;

所述关系挖掘模块基于异常模式检测报告,采用聚类分析、关联规则挖掘和网络分析方法,进行能源数据的异常数据关系挖掘,生成能源数据关系图;

所述交易策略优化模块基于能源数据关系图,采用深度神经网络和强化学习算法,进行能源交易策略优化,生成优化后交易策略;

所述能源消费预测模块基于优化后交易策略,采用图神经网络分析历史和实时数据,进行能源需求预测,生成能源需求预测报告;

所述联邦学习框架模块基于能源需求预测报告,采用联邦学习技术进行分散数据处理和模型同步更新,应用加密和数据匿名化技术保护数据隐私,生成联邦学习增强模型;

所述系统整合与监管模块基于联邦学习增强模型,采用关联规则学习方法和支持向量机算法进行数据关联性分析、数据分类优化,并进行策略决策分析,生成系统监管报告。

[0007] 作为本发明的进一步方案,所述验证后能源数据具体为数据不可篡改性和加密数据集,所述能源趋势分析包括能源周期性、趋势和未来预测,所述异常模式检测报告具体指不符合常规模式的能源数据,所述能源数据关系图包括能源数据相互关系和潜在联系,所述优化后交易策略具体为自动调整、市场能源交易方案,所述能源需求预测报告包括针对目标用户群、地区能源需求预测和消费模式分析,所述联邦学习增强模型具体为节点共享学习成果保证数据隐私和安全性,所述系统监管报告具体为整个能源交易与监管系统性能评估和监控结果。

[0008] 作为本发明的进一步方案,所述数据完整性验证模块包括数据加密子模块、共识机制子模块、数据上传子模块;

所述数据加密子模块基于区块链技术,采用安全哈希算法对区块链数据进行加密处理,生成加密后数据;

所述共识机制子模块基于加密后数据,采用工作量证明共识机制对区块链网络数据进行验证,生成共识验证后数据;

所述数据上传子模块基于共识验证后数据,采用椭圆曲线数字签名算法进行数据签名并上传到区块链网络,生成验证后能源数据。

[0009] 作为本发明的进一步方案,所述时间序列分析模块包括趋势分析子模块、周期性分析子模块、预测建模子模块;

所述趋势分析子模块基于验证后能源数据,采用自回归积分滑动平均算法进行趋势分析,并进行数据走势分析,生成初步趋势分析结果;

所述周期性分析子模块基于初步趋势分析结果,采用傅里叶变换方法进行能源数据周期性分析,并进行数据周期波动模式识别,生成周期性分析结果;

所述预测建模子模块基于周期性分析结果,采用时间序列预测方法进行能源数据预测建模,并进行趋势预测分析,生成能源趋势分析。

[0010] 作为本发明的进一步方案,所述异常检测模块包括孤立森林子模块、第一神经网络子模块、模式识别子模块;

所述孤立森林子模块基于能源趋势分析,采用孤立森林算法进行初步异常模式识别,并进行异常数据点筛选,生成初步异常模式报告;

所述第一神经网络子模块基于初步异常模式报告,采用多层感知器神经网络进行深化异常模式分析,生成深度异常模式分析报告;

所述模式识别子模块基于深度异常模式分析报告,采用模式识别技术进行异常模式识别和分类,生成异常模式检测报告。

[0011] 作为本发明的进一步方案,所述关系挖掘模块包括聚类分析子模块、关联规则子模块、网络分析子模块;

所述聚类分析子模块基于异常模式检测报告,采用K均值聚类算法,进行能源数据分类,生成聚类分析结果;

所述关联规则子模块基于聚类分析结果,采用Apriori关联规则挖掘算法,进行数据潜在关系探索,生成关联规则挖掘结果;

所述网络分析子模块基于关联规则挖掘结果,采用社交网络分析方法,通过探究数据间复杂关系,生成能源数据关系图。

[0012] 作为本发明的进一步方案,所述交易策略优化模块包括策略制定子模块、第二神经网络子模块、强化学习子模块;

所述策略制定子模块基于能源数据关系图,进行能源交易策略设计,生成初步交易策略;

所述第二神经网络子模块基于初步交易策略,采用卷积神经网络进行策略结构优化,并进行策略性能增强,生成神经网络优化策略;

所述强化学习子模块基于神经网络优化策略,采用强化学习算法进行交易策略优化,生成优化后交易策略。

[0013] 作为本发明的进一步方案,所述能源消费预测模块包括图神经网络子模块、历史数据分析子模块、实时数据处理子模块;

所述图神经网络子模块基于优化后交易策略,采用图卷积网络进行历史和实时数据分析,并进行能源数据关联性分析,生成数据关联性分析结果;

所述历史数据分析子模块基于数据关联性分析结果,采用时间序列分析方法进行历史数据趋势挖掘,生成历史数据分析结果;

所述实时数据处理子模块基于历史数据分析结果,采用实时数据流处理技术进行能源需求预测,生成能源需求预测报告。

[0014] 作为本发明的进一步方案,所述联邦学习框架模块包括分散数据处理子模块、模型同步更新子模块、隐私保护子模块;

所述分散数据处理子模块基于能源需求预测报告,采用联邦学习分布式处理技术进行数据融合,生成分散数据处理结果;

所述模型同步更新子模块基于分散数据处理结果,采用模型聚合算法同步更新模型,生成模型同步更新结果;

所述隐私保护子模块基于模型同步更新结果,采用同态加密方法和数据匿名化策略进行数据隐私保护,生成联邦学习增强模型。

[0015] 作为本发明的进一步方案,所述系统整合与监管模块包括监控子模块、评估子模块、报告生成子模块;

所述监控子模块基于联邦学习增强模型,采用数据监控方法进行系统性能跟踪,

生成监控分析结果；

所述评估子模块基于监控分析结果,采用支持向量机算法进行数据分类和关联性分析,生成数据分类优化结果；

所述报告生成子模块基于数据分类优化结果,采用关联规则学习方法进行系统性能分析,并进行综合评估策略决策,生成系统监管报告。

[0016] 与现有技术相比,本发明按照权1的模块,分别去阐述每个模块带来的有益效果:

本发明中,通过自回归积分滑动平均和时间序列预测方法的结合,使能源趋势分析更为准确,提供了周期性、趋势和未来预测的综合视角,孤立森林和神经网络模型的使用,有效识别出异常模式,提高对异常能源数据的检测能力。关系挖掘模块的聚类分析、关联规则挖掘和网络分析方法,帮助揭示能源数据之间的复杂关系和潜在联系,为决策提供了更深层次的洞察。在交易策略优化方面,深度神经网络和强化学习算法的应用,使交易策略更加灵活和自适应,提高市场能源交易的效率。能源消费预测模块不仅对未来需求进行预测,还分析消费模式,帮助更准确地满足目标用户群和地区的需求。联邦学习框架模块的引入,通过节点共享学习成果的方式,保障了数据的隐私和安全性,同时提升了模型的性能。系统整合与监管模块通过综合评估和监控,确保整个系统的高效运行和可靠性。

附图说明

- [0017] 图1为本发明的系统流程图；
图2为本发明的系统框架示意图；
图3为本发明的数据完整性验证模块流程图；
图4为本发明的时间序列分析模块流程图；
图5为本发明的异常检测模块流程图；
图6为本发明的关系挖掘模块流程图；
图7为本发明的交易策略优化模块流程图；
图8为本发明的能源消费预测模块流程图；
图9为本发明的联邦学习框架模块流程图；
图10为本发明的系统整合与监管模块流程图。

具体实施方式

[0018] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0019] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“长度”、“宽度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0020] 实施例一

请参阅图1-2,基于区块链的能源交易与监管系统包括数据完整性验证模块、时间

序列分析模块、异常检测模块、关系挖掘模块、交易策略优化模块、能源消费预测模块、联邦学习框架模块、系统整合与监管模块；

数据完整性验证模块基于区块链技术,用于通过哈希算法和数字签名保障数据安全传输,数据安全传输涉及来自能源交易平台的交易记录,利用共识机制使数据保持一致性,生成验证后能源数据；

时间序列分析模块基于验证后能源数据,采用自回归积分滑动平均和时间序列预测方法,进行能源周期性和趋势分析,生成能源趋势分析；

异常检测模块基于能源趋势分析,采用孤立森林和神经网络模型,进行能源数据异常模式识别,生成异常模式检测报告；

关系挖掘模块基于异常模式检测报告,采用聚类分析、关联规则挖掘和网络分析方法,进行能源数据的异常数据关系挖掘,生成能源数据关系图；

交易策略优化模块基于能源数据关系图,采用深度神经网络和强化学习算法,进行能源交易策略优化,生成优化后交易策略；

能源消费预测模块基于优化后交易策略,采用图神经网络分析历史和实时数据,进行能源需求预测,生成能源需求预测报告；

联邦学习框架模块基于能源需求预测报告,采用联邦学习技术进行分散数据处理和模型同步更新,应用加密和数据匿名化技术保护数据隐私,生成联邦学习增强模型；

系统整合与监管模块基于联邦学习增强模型,采用关联规则学习方法和支持向量机算法进行数据关联性分析、数据分类优化,并进行策略决策分析,生成系统监管报告。

[0021] 验证后能源数据具体为数据不可篡改性和加密数据集,能源趋势分析包括能源周期性、趋势和未来预测,异常模式检测报告具体指不符合常规模式的能源数据,能源数据关系图包括能源数据相互关系和潜在联系,优化后交易策略具体为自动调整、市场能源交易方案,能源需求预测报告包括针对目标用户群、地区能源需求预测和消费模式分析,联邦学习增强模型具体为节点共享学习成果保证数据隐私和安全性,系统监管报告具体为整个能源交易与监管系统性能评估和监控结果。

[0022] 在数据完整性验证模块中,通过区块链技术的应用确保数据安全传输。具体而言,模块接收来自能源交易平台的交易记录,这些记录首先经过哈希算法处理,将交易信息转换成固定长度的哈希值,此哈希值具备唯一性,任何微小的数据变动都会导致哈希值的显著变化,从而确保数据的不可篡改性,数字签名技术应用于这些哈希值,使用私钥对其进行加密,生成签名。该签名随交易记录一同被传输至接收方。接收方使用公钥对签名进行解密,验证数据来源的真实性和完整性,共识机制在此模块中的作用是保持网络中所有节点数据的一致性。采用的共识机制根据实际应用环境选择,如工作量证明(Proof of Work)或股权证明(Proof of Stake)等。节点间通过共识算法同步数据,确保每个节点上的数据记录一致,从而在整个网络中形成对交易记录的可信任验证,该模块最终生成的是验证后的能源数据,这些数据在保证安全性的同时,为后续模块提供了准确、可靠的数据基础。

[0023] 在时间序列分析模块中,基于验证后的能源数据,应用自回归积分滑动平均(ARIMA)模型和时间序列预测方法进行能源周期性和趋势分析。ARIMA模型综合了自回归(AR)、差分(I)和移动平均(MA)三种方法。自回归部分反映了变量之间的依赖关系,差分部分用于使非平稳时间序列转换为平稳序列,移动平均部分则用于平滑数据中的随机波动,

模块中首先对能源数据执行适当的预处理,如去除异常值和趋势分解,接着确定ARIMA模型的参数(p,d,q),分别代表自回归项、差分阶数和移动平均项的数量。通过对历史数据应用这些参数,模型能够识别出能源使用的周期性和趋势,该模块输出能源趋势分析结果,为能源市场提供关于未来能源使用趋势和周期性变化的重要信息。

[0024] 在异常检测模块中,基于能源趋势分析结果,采用孤立森林算法和神经网络模型进行能源数据的异常模式识别,孤立森林是一种基于树的算法,它通过随机选择数据点和随机选择切分值来构建多个孤立树,正常数据点由于有相似的模式,需要更多的步骤才能被孤立,而异常点则更容易被孤立。该算法的效率在于它不需要任何距离或密度的计算,适用于处理大规模数据。与此同时,模块中还应用了基于神经网络的异常检测模型,特别是在处理复杂模式和高维数据时表现出色,神经网络通过训练学习数据中的正常模式,在识别到与学习模式显著不同的数据点时,将其标记为异常,模块最终生成异常模式检测报告,详细说明检测到的异常模式及其原因,为能源管理和决策提供重要的辅助信息。

[0025] 在关系挖掘模块中,基于异常模式检测报告,应用聚类分析、关联规则挖掘和网络分析方法进行能源数据的异常数据关系挖掘。聚类分析通过将相似的数据点分组到一起,帮助识别出数据中的自然模式或群体,从而揭示异常数据之间的关联。关联规则挖掘则用于发现数据项之间的有趣关系,如某种异常模式经常与特定的能源使用行为一起出现。网络分析则通过构建数据点之间的连接网络,揭示数据中的结构特征和关系强度,模块能够深入分析异常数据之间的潜在联系和相互作用,生成能源数据关系图,该图不仅展示了异常模式之间的关联,还揭示导致这些异常的潜在原因,为能源系统的改进提供了重要依据。

[0026] 在交易策略优化模块中,基于能源数据关系图,采用深度神经网络和强化学习算法进行能源交易策略优化,深度神经网络能处理大量复杂的数据,并从中学习到深层次的特征和模式。在此模块中,神经网络通过分析能源数据关系图中的模式,识别对能源交易有利的趋势和潜在机会,强化学习算法通过与环境的互动学习最优策略,该算法不断尝试不同的交易策略,并根据策略的效果接收奖励或惩罚,逐渐学习到如何在各种市场条件下做出最优决策,该模块最终输出的是优化后的交易策略,这些策略能够帮助能源交易参与者在复杂多变的市场环境中作出更加有效和盈利的交易决策。

[0027] 在能源消费预测模块中,通过图神经网络(GNN)算法对历史和实时数据进行分析,执行能源需求预测,此模块处理的数据格式为时间序列数据,包含历史能源消耗量、时间戳和相关的环境因素数据,使用图神经网络的关键在于其能处理不规则数据结构,特别是在预测与能源网络拓扑结构相关的模式时。在具体实施过程中,首先根据能源网络的物理连接构建图结构,然后利用节点表示能源消费点,边表示连接关系,通过应用卷积神经网络在此图上,模型能够学习能源消耗的时间依赖性和空间依赖性。图神经网络通过迭代地更新节点状态,整合邻近节点的信息来捕捉复杂的消费模式,经过训练后,模型能够预测未来特定时间段内的能源需求。生成的能源需求预测报告详细展示了未来各个时间点的预测能源消耗量,这对于能源管理和优化非常关键,有助于调整能源分配,优化能源使用效率。

[0028] 在联邦学习框架模块中,通过联邦学习技术处理分散的数据,并同步更新模型,此模块处理的数据格式包括多个数据源的能源消耗数据,每个数据源格式有所不同。联邦学习的核心在于在保持数据隐私的同时,让多个数据源共同贡献于一个共享模型的训练,在实施中,各数据源首先在本地数据上训练模型,然后将模型更新发送到中心服务器。中心服

务器聚合这些更新,形成一个全局模型,然后将其分发回各个数据源,这个过程重复进行,直到模型收敛。为保护数据隐私,应用加密技术和数据匿名化技术来确保传输过程中的数据安全。通过此方法,生成的联邦学习增强模型能在不同数据源的协作下提升预测准确性,同时保护各数据源的隐私。

[0029] 在系统整合与监管模块中,通过关联规则学习方法和支持向量机(SVM)算法进行数据关联性分析和数据分类优化。此模块处理的数据格式包括能源消费数据和预测数据,以及与能源管理相关的其他数据,关联规则学习用于识别数据中的有趣模式和关联,例如特定时间段内能源消耗的增减与特定事件相关联。通过分析这些关联,可以洞察能源消费行为背后的原因,支持向量机用于数据分类,通过构建一个分类模型来将数据点划分为不同的类别,例如正常消费模式和异常消费模式。SVM通过寻找最优的超平面来最大化不同类别之间的间隔,确保分类的准确性,系统整合与监管模块的最终输出是系统监管报告,该报告不仅总结了能源消费的关键模式和趋势,还为能源政策制定和策略决策提供了数据支持,从而实现更高效和可持续的能源管理。

[0030] 请参阅图3,数据完整性验证模块包括数据加密子模块、共识机制子模块、数据上传子模块;

数据加密子模块基于区块链技术,采用安全哈希算法对区块链数据进行加密处理,生成加密后数据;

共识机制子模块基于加密后数据,采用工作量证明共识机制对区块链网络数据进行验证,生成共识验证后数据;

数据上传子模块基于共识验证后数据,采用椭圆曲线数字签名算法进行数据签名并上传到区块链网络,生成验证后能源数据。

[0031] 在数据加密子模块中,源数据主要来源于与能源相关的各种应用和交易场景,例如能源生产数据来自风力、太阳能、水力或传统煤炭发电站的产能记录,能源消费数据记录了工厂、商业建筑、住宅区等消费者的用电情况,能源交易记录涵盖能源市场中买卖双方的交易细节如交易时间、数量、价格,智能电网操作数据包括传感器和智能表计生成的能源分配和负荷平衡信息,维护和检测数据则记录了能源设施的维护情况和设备运行状态。这些源数据在加密前以文本、数字等形式存在,通过安全哈希算法(如SHA-256)加密处理后,转换为唯一的哈希值,确保数据传输和存储过程中的安全性和完整性,加密后的数据在保持原有信息的同时确保数据安全,特别在区块链技术应用于能源交易记录中,发挥着确保交易数据不可篡改性和透明度的关键作用。

[0032] 在共识机制子模块中,基于加密后的数据,使用工作量证明(Proof of Work, PoW)共识机制来对区块链网络中的数据进行验证,网络中的多个节点参与计算和验证,确保了数据的一致性和网络的安全,只有在多数节点验证通过后,加密数据才会被接收并记录到区块链中,这一步骤是区块链技术确保数据不可篡改和透明性的关键环节。

[0033] 在数据上传子模块中,基于共识验证后的数据,使用椭圆曲线数字签名算法(ECDSA)对数据进行签名,并将其上传到区块链网络,数据的数字签名不仅保证了数据来源的真实性和可信度,还增强了数据的安全性,完成签名后的数据,即被视为验证后的能源数据,将被存储在区块链中,供后续的分析和使用。

[0034] 请参阅图4,时间序列分析模块包括趋势分析子模块、周期性分析子模块、预测建

模子模块；

趋势分析子模块基于验证后能源数据,采用自回归积分滑动平均算法进行趋势分析,并进行数据走势分析,生成初步趋势分析结果；

周期性分析子模块基于初步趋势分析结果,采用傅里叶变换方法进行能源数据周期性分析,并进行数据周期波动模式识别,生成周期性分析结果；

预测建模子模块基于周期性分析结果,采用时间序列预测方法进行能源数据预测建模,并进行趋势预测分析,生成能源趋势分析。

[0035] 在趋势分析子模块中,对验证后的能源数据应用自回归积分滑动平均 (ARIMA) 算法进行趋势分析,重点在于探究能源生产、消费、价格等方面随时间变化的模式和规律。例如,分析涉及某一地区风能或太阳能发电量的季节性波动,揭示非再生能源如煤炭和天然气的产量长期变化趋势,或是探索冬季家庭取暖和工业生产高峰期对能源需求的影响,也包括对能源市场价格变化的深入研究,如分析原油价格如何受供求关系、政策变动的影 响,通过这种分析,能够从历史数据中识别出关键趋势,为未来的能源生产、消费和定价提供预测,这对能源企业的长期战略规划、政府能源政策的制定,乃至投资者的决策都提供了宝贵的信息和指导。

[0036] 在周期性分析子模块中,基于初步趋势分析结果,使用傅里叶变换方法来分析能源数据的周期性,其重点是识别和理解能源数据中的周期性波动模式,包括季节性波动或重复出现的模式,这种周期性分析有助于更好地理解数据的波动规律,为预测建模提供关键输入。

[0037] 在预测建模子模块中,基于周期性分析结果,采用时间序列预测方法对能源数据进行预测建模,涉及到对未来的趋势和模式进行预测,旨在生成能源趋势分析,不仅包括对未来能源需求和供应的预测,还涵盖了价格、消费和其他相关因素的趋势预测。

[0038] 请参阅图5,异常检测模块包括孤立森林子模块、第一神经网络子模块、模式识别子模块；

孤立森林子模块基于能源趋势分析,采用孤立森林算法进行初步异常模式识别,并进行异常数据点筛选,生成初步异常模式报告。

[0039] 第一神经网络子模块基于初步异常模式报告,采用多层感知器神经网络进行深化异常模式分析,生成深度异常模式分析报告。

[0040] 模式识别子模块基于深度异常模式分析报告,采用模式识别技术进行异常模式识别和分类,生成异常模式检测报告。

[0041] 在孤立森林子模块中,应用孤立森林算法对能源趋势分析结果进行异常模式识别,这一步骤专注于从数据中筛选出异常或离群点以识别不符合常规模式的数据。例如,在能源消耗数据方面,异常数据表现为工业区在非工作时间的高能耗或住宅区在平常日的低能耗,这些情况暗示设备故障或不当的能源使用,在能源生产数据中,如晴朗天气下太阳能发电站的意外低能量输出指向设备损坏或维护需求。对于能源交易市场,异常交易数据,如突然偏离历史趋势的交易量或价格,反映市场操纵或信息泄露。孤立森林算法通过随机选择数据特征和切分值来孤立这些异常点,从而有效地揭示数据中的异常或不规则模式,生成初步异常模式报告,这种对异常数据的识别对于建立早期警告系统、确保能源设备的有效运行和监管能源市场交易至关重要,帮助及时发现并解决潜在问题。

[0042] 在第一神经网络子模块中,基于初步异常模式报告,使用多层感知器神经网络对异常模式进行更深入的分析,神经网络的应用能够深化对异常模式的理解,通过模拟人脑的处理方式,提高识别异常模式的准确性和深度,这一过程中生成的深度异常模式分析报告,为最终的模式识别和分类提供了详细的基础信息。

[0043] 在模式识别子模块中,基于深度异常模式分析报告,采用模式识别技术对这些异常模式进行细致的识别和分类,这一步骤的关键是精确地判定异常数据的具体类别和特征,这对于了解异常发生的原因和制定相应对策至关重要,最终生成的异常模式检测报告提供了全面的异常数据分析,助力于后续的数据处理和决策制定。

[0044] 请参阅图6,关系挖掘模块包括聚类分析子模块、关联规则子模块、网络分析子模块;

聚类分析子模块基于异常模式检测报告,采用K均值聚类算法,进行能源数据分类,生成聚类分析结果;

关联规则子模块基于聚类分析结果,采用Apriori关联规则挖掘算法,进行数据潜在关系探索,生成关联规则挖掘结果;

网络分析子模块基于关联规则挖掘结果,采用社交网络分析方法,通过探究数据间复杂关系,生成能源数据关系图。

[0045] 在聚类分析子模块中,通过应用K均值聚类算法对基于异常模式检测报告的能源数据进行分类,过程中的重点是将众多能源数据点根据数据特征的相似性分组到不同的类别中。例如,能源消费数据可以根据用电量、消费频率或时间分为低、中、高消费类别或夜间高峰、白天高峰、均匀消费等类别,能源生产数据根据生产效率或设备状态被分类为高效、中等和低效生产类别,或按照设备运行状态划分为正常运行、维护中和故障等类别,能源交易数据则可以根据价格波动的幅度和频率被分为高波动、中波动和低波动等类别,根据地理位置的特征,能源数据亦可以按地区进行分组,以识别不同地区的能源使用和需求模式。这种聚类方法不仅帮助识别能源数据中的自然模式和分类,为深入的关系分析提供了基础,而且生成的聚类分析结果提供了数据的宏观视图,揭示了潜在的数据分布模式,为能源行业的进一步数据分析和策略制定提供了重要的信息支持。

[0046] 在关联规则子模块中,基于聚类分析结果,使用Apriori关联规则挖掘算法来探索数据间的潜在关系,这个步骤的重点是识别数据特征之间的关联规则,如某些能源使用模式导致特定的消费行为,生成关联规则挖掘结果,揭示数据特征之间的隐藏关系和依赖性,为决策提供有价值的洞见。

[0047] 在网络分析子模块中,基于关联规则挖掘结果,采用社交网络分析方法来深入探究数据间的复杂关系,这一步骤利用网络理论来分析和可视化数据间的关系,包括数据点之间的连接强度和模式,可以生成能源数据关系图,提供对数据间相互作用和影响力的直观理解,助力于识别关键影响因素和潜在的风险点。

[0048] 请参阅图7,交易策略优化模块包括策略制定子模块、第二神经网络子模块、强化学习子模块;

策略制定子模块基于能源数据关系图,进行能源交易策略设计,生成初步交易策略;

第二神经网络子模块基于初步交易策略,采用卷积神经网络进行策略结构优化,

并进行策略性能增强,生成神经网络优化策略;

强化学习子模块基于神经网络优化策略,采用强化学习算法进行交易策略优化,生成优化后交易策略。

[0049] 在策略制定子模块中,通过基于能源数据关系图设计初步的能源交易策略。这一过程的关键在于利用关系图提供的深入数据洞察来形成初步策略框架,确保策略能够反映能源市场的当前动态和潜在趋势,这种方法能够生成初步交易策略,为进一步优化提供基础。

[0050] 在第二神经网络子模块中,基于初步交易策略,使用卷积神经网络(CNN)对策略结构进行优化,并增强策略的性能,神经网络在这一步骤中起到了关键作用,通过模拟复杂的数据关系和模式,优化策略结构以提高决策的准确性和效率,这一过程生成的神经网络优化策略,更加适应市场的变化和 demand。

[0051] 在强化学习子模块中,基于神经网络优化策略,采用强化学习算法对交易策略进行优化,这一步骤利用了强化学习的自适应学习能力,通过不断的试验和错误来调整策略,使其更加精炼和有效,最终生成的优化后交易策略,具有高度的适应性和优化性能,能够在多变的能源市场中实现有效的交易决策。

[0052] 请参阅图8,能源消费预测模块包括图神经网络子模块、历史数据分析子模块、实时数据处理子模块;

图神经网络子模块基于优化后交易策略,采用图卷积网络进行历史和实时数据分析,并进行能源数据关联性分析,生成数据关联性分析结果;

历史数据分析子模块基于数据关联性分析结果,采用时间序列分析方法进行历史数据趋势挖掘,生成历史数据分析结果;

实时数据处理子模块基于历史数据分析结果,采用实时数据流处理技术进行能源需求预测,生成能源需求预测报告。

[0053] 在图神经网络子模块中,通过基于优化后交易策略应用图卷积网络(GCN),对历史和实时数据进行分析,这一步骤关键在于利用图神经网络的强大能力分析能源数据的复杂关联性,包括不同能源节点间的互动和影响,生成数据关联性分析结果,为能源消费预测提供了一个深入理解数据关系的基础。

[0054] 在历史数据分析子模块中,基于数据关联性分析结果,使用时间序列分析方法对历史数据中的趋势和模式进行挖掘,这个步骤的重点是识别历史数据中的重要趋势和周期性模式,包括季节性变化和长期消费趋势,可以生成历史数据分析结果,为实时预测提供了重要的参考依据。

[0055] 在实时数据处理子模块中,基于历史数据分析结果,采用实时数据流处理技术对当前和短期内的能源需求进行预测,这一步骤的核心在于结合历史趋势和当前数据,快速有效地预测短期能源需求变化,从而生成能源需求预测报告,这种实时预测对于能源市场的运营和管理至关重要,有助于实现更加精准和高效的能源供应和调度。

[0056] 请参阅图9,联邦学习框架模块包括分散数据处理子模块、模型同步更新子模块、隐私保护子模块;

分散数据处理子模块基于能源需求预测报告,采用联邦学习分布式处理技术进行数据融合,生成分散数据处理结果;

模型同步更新子模块基于分散数据处理结果,采用模型聚合算法同步更新模型,生成模型同步更新结果;

隐私保护子模块基于模型同步更新结果,采用同态加密方法和数据匿名化策略进行数据隐私保护,生成联邦学习增强模型。

[0057] 在分散数据处理子模块中,基于能源需求预测报告,通过采用联邦学习的分布式处理技术进行数据融合,这一步骤的核心是利用联邦学习的能力,将分布于节点的数据进行有效整合,而无需将数据集中存储或传输,这样既提高了数据处理的效率,又降低了数据泄露的风险,生成分散数据处理结果,为后续的模型更新和学习提供了基础。

[0058] 在模型同步更新子模块中,基于分散数据处理结果,使用模型聚合算法对模型进行同步更新,节点上的局部模型更新被汇总和聚合,以形成一个全局模型,这种方法保证了模型在不断学习和适应新数据的同时,也能够保持整体的一致性和准确性,这一过程生成的模型同步更新结果,为实现跨节点的协同学习提供了强大的支持。

[0059] 在隐私保护子模块中,基于模型同步更新结果,采用同态加密方法和数据匿名化策略对数据进行隐私保护,同态加密允许对加密数据进行计算,而无需解密,从而保障了数据的安全性,数据匿名化策略则确保个人信息的隐私不被泄露,这种方法生成的联邦学习增强模型,不仅在性能上得到提升,同时在保护用户隐私方面也有了显著的加强。

[0060] 请参阅图10,系统整合与监管模块包括监控子模块、评估子模块、报告生成子模块;

监控子模块基于联邦学习增强模型,采用数据监控方法进行系统性能跟踪,生成监控分析结果;

评估子模块基于监控分析结果,采用支持向量机算法进行数据分类和关联性分析,生成数据分类优化结果;

报告生成子模块基于数据分类优化结果,采用关联规则学习方法进行系统性能分析,并进行综合评估策略决策,生成系统监管报告。

[0061] 在监控子模块中,基于联邦学习增强模型,通过采用数据监控方法进行系统性能的持续跟踪,这一步骤关键在于实时监控系统的运行状态,包括数据流动、处理速度和准确性的关键性能指标,生成监控分析结果,为系统的稳定运行和效率提供了实时数据支持。

[0062] 在评估子模块中,基于监控分析结果,使用支持向量机(SVM)算法对数据进行分类和关联性分析,SVM算法的应用能够精确地识别和分类多种类型的数据,同时分析数据间的潜在关系,生成数据分类优化结果,为后续的系统性能评估和策略决策提供了重要的分析基础。

[0063] 在报告生成子模块中,基于数据分类优化结果,采用关联规则学习方法对系统性能进行全面分析,并结合系统的整体运行情况,进行综合评估策略决策,这一步骤的核心是将分析结果和业务目标结合起来,评估系统的整体效率和效果,生成系统监管报告,提供系统性能的综合评估和未来策略方案,确保系统的持续优化和有效监管。

[0064] 以上,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作其他形式的限制,任何熟悉本专业的技术人员利用上述揭示的技术内容加以变更或改型为等同变化的等效实施例应用于其他领域,但是凡是未脱离本发明技术方案内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化与改型,仍属于本发明技术方案的保护范围。

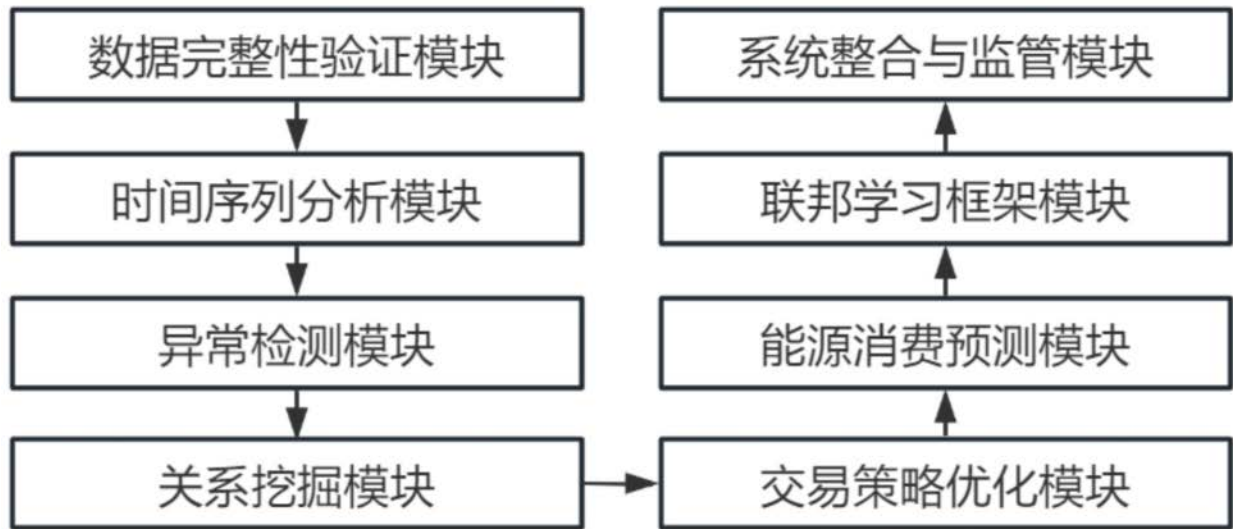


图1

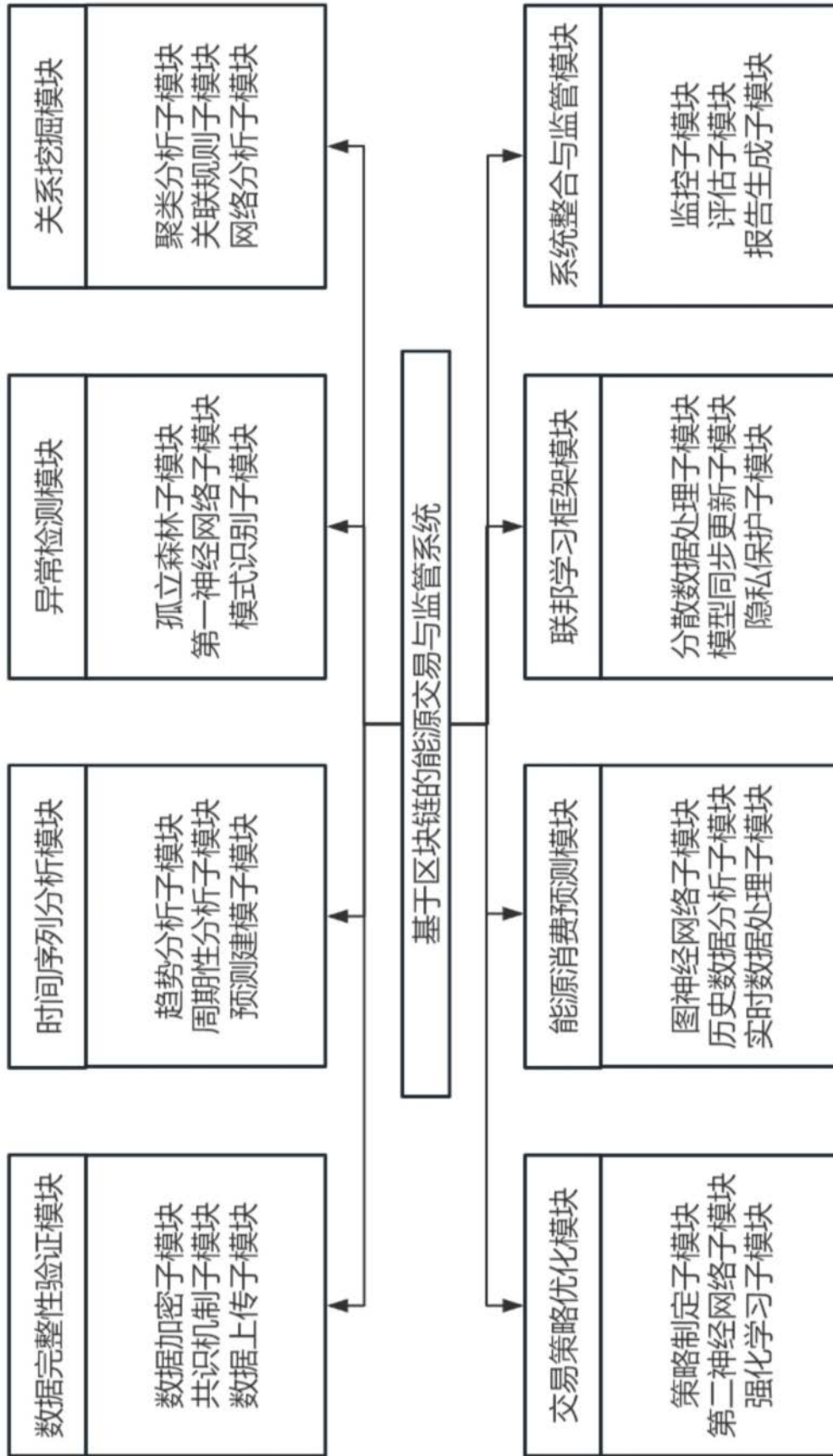


图2

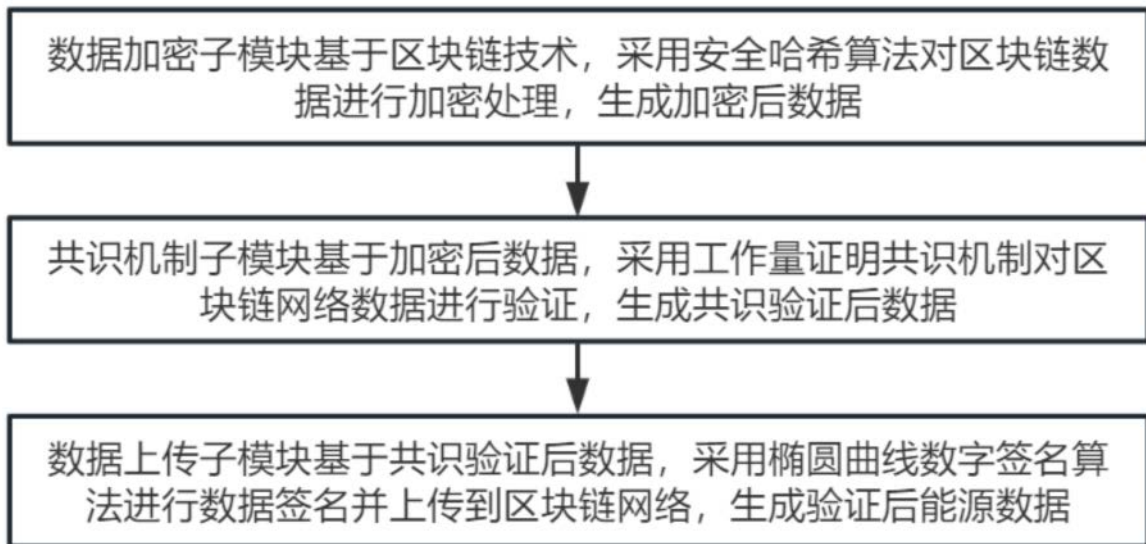


图3

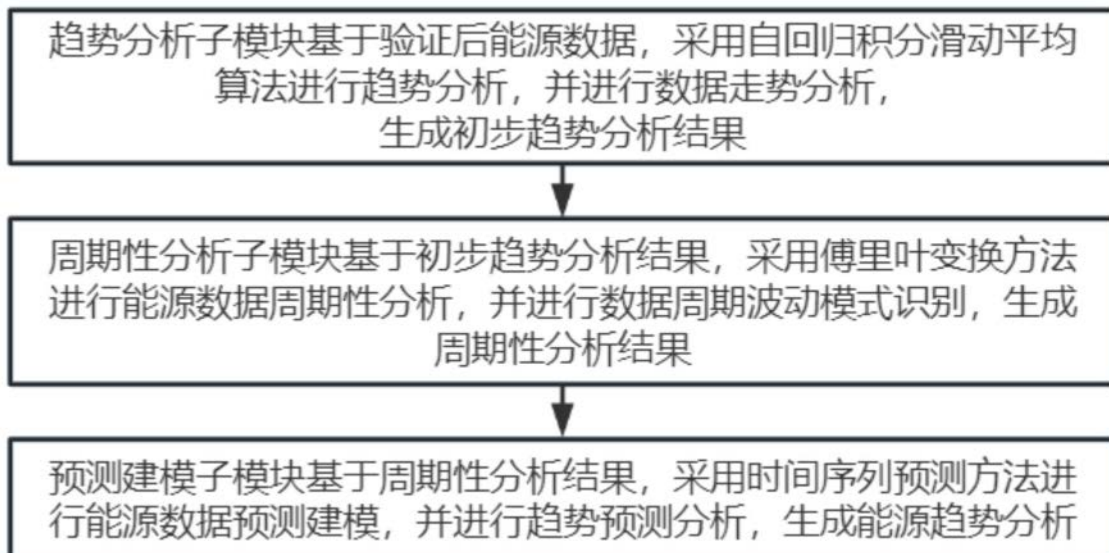


图4

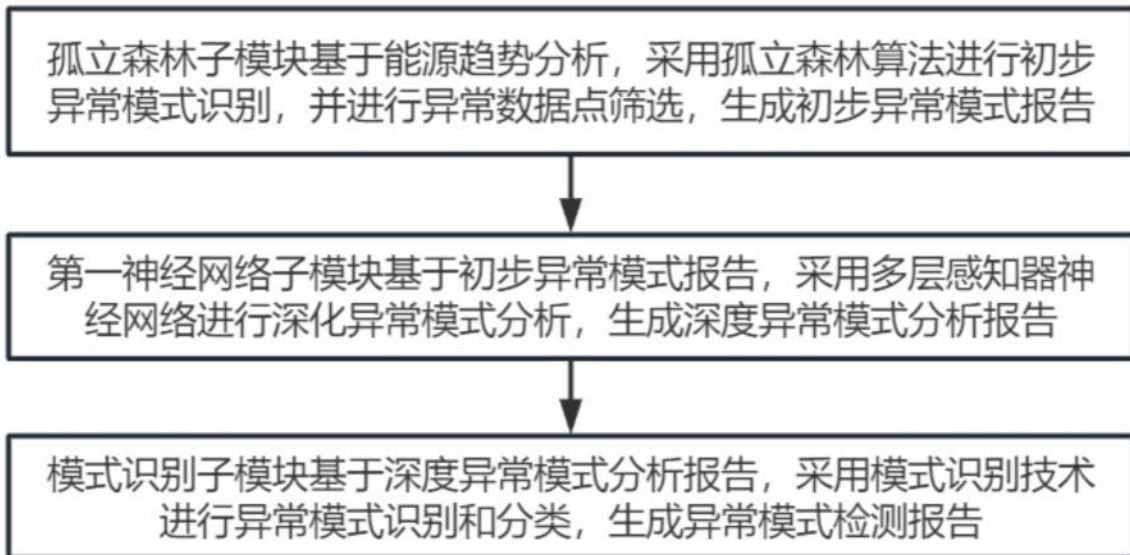


图5

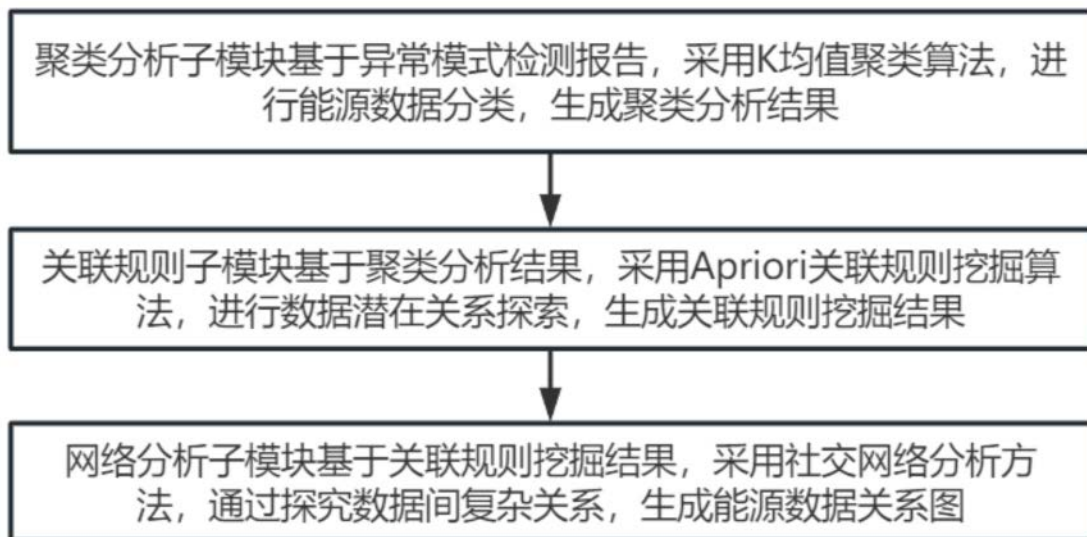


图6

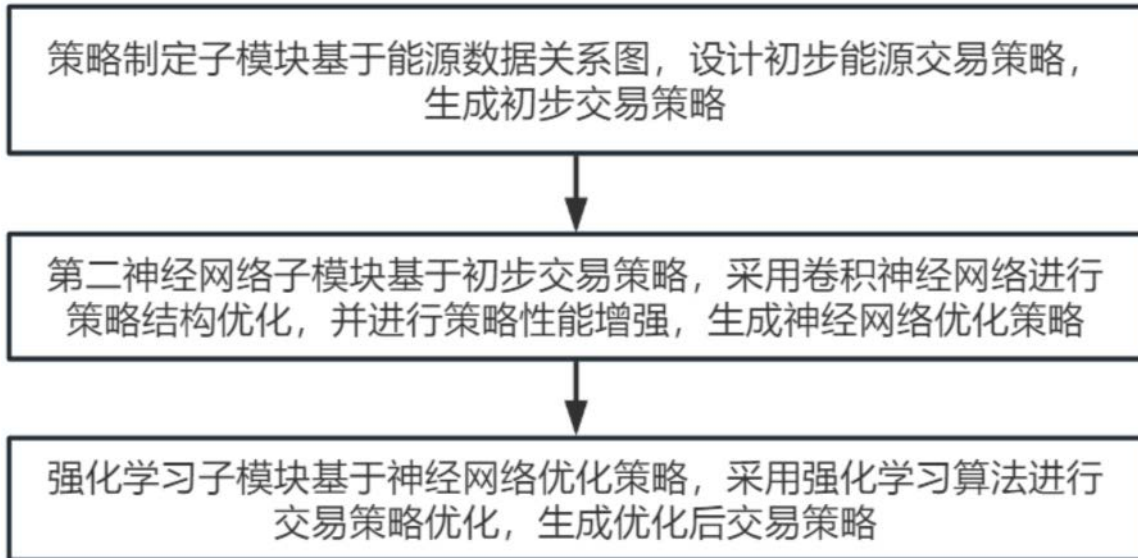


图7

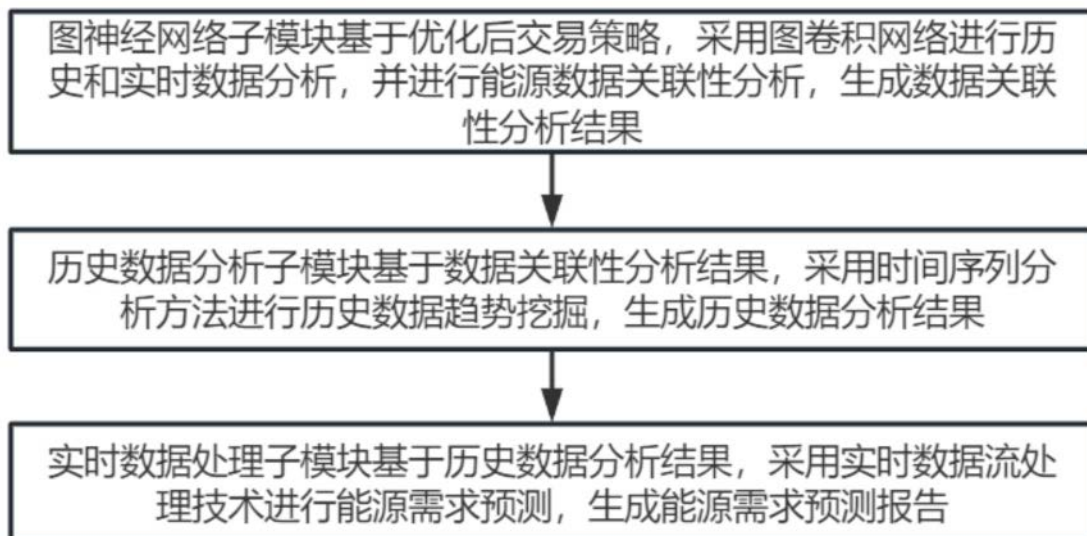


图8

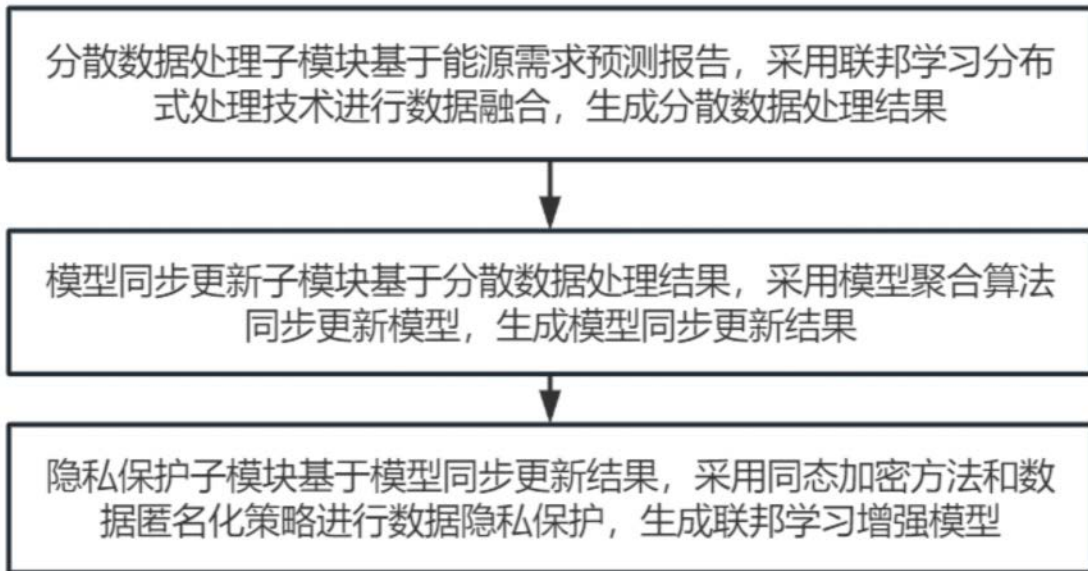


图9

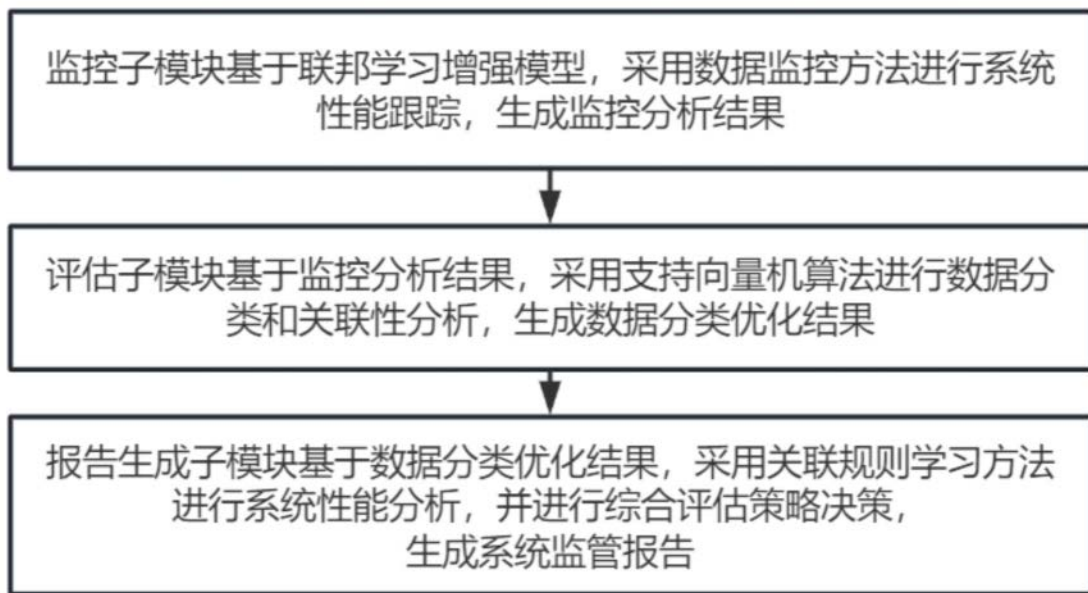


图10