



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109657907 B

(45)授权公告日 2020.03.17

(21)申请号 201811343761.1

G06Q 50/26(2012.01)

(22)申请日 2018.11.13

审查员 王浩同

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109657907 A

(43)申请公布日 2019.04.19

(73)专利权人 香港理工大学深圳研究院

地址 518057 广东省深圳市南山区高新园

南区粤兴一道18号香港理工大学产学

研大楼205室

(72)发明人 史文中 张效康

(74)专利代理机构 深圳中一专利商标事务所

44237

代理人 冷仔

(51)Int.Cl.

G06Q 10/06(2012.01)

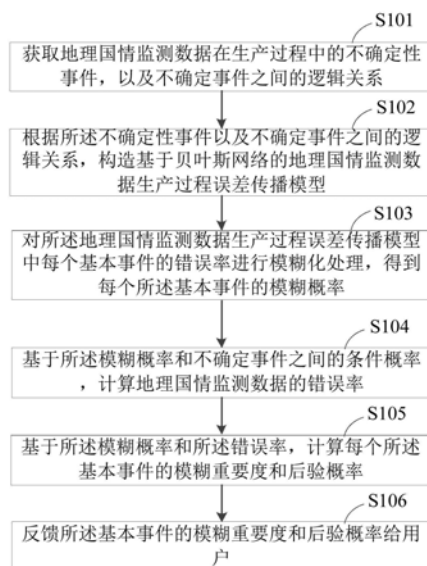
权利要求书2页 说明书12页 附图5页

## (54)发明名称

地理国情监测数据的质量控制方法、装置和终端设备

## (57)摘要

本发明适用于测绘地理信息技术领域,提供了一种地理国情监测数据的质量控制方法、装置和终端设备,其中,所述方法包括:获取地理国情监测数据在生产过程中的不确定性事件,以及不确定事件之间的逻辑关系;构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型;对所述地理国情监测数据生产过程误差传播模型中每个基本事件的错误率进行模糊化处理,得到每个所述基本事件的模糊概率;基于所述模糊概率和不确定事件之间的条件概率,计算地理国情监测数据的错误率;基于所述模糊概率和所述错误率,计算每个所述基本事件的模糊重要度和后验概率;反馈所述基本事件的模糊重要度和后验概率给用户。本发明解决了现有技术中缺乏定量化的质量控制方法的技术问题。



1. 一种地理国情监测数据的质量控制方法,其特征在于,包括:

获取地理国情监测数据在生产过程中的不确定性事件,以及不确定事件之间的逻辑关系;不确定性事件是指地理国情监测数据生产过程中对数据结果质量有影响的因素和条件;

根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系,构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型;

对所述地理国情监测数据生产过程误差传播模型中每个基本事件的错误率进行模糊化处理,得到每个所述基本事件的模糊概率;

基于所述模糊概率和不确定事件之间的条件概率,计算地理国情监测数据的错误率;

基于所述模糊概率和所述错误率,计算每个所述基本事件的模糊重要度和后验概率;

反馈所述基本事件的模糊重要度和后验概率给用户。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系,构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型,包括:

根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系,建立地理国情监测数据生产过程的故障树模型;

利用所述故障树模型构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型。

3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,所述根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系,建立地理国情监测数据生产过程的故障树模型,包括:

根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系,确定故障树的基本事件、中间事件和顶上事件;

利用故障树中的逻辑门表达不确定事件之间的逻辑关系;

获取所述基本事件的错误率,建立地理国情监测数据生产过程的故障树模型。

4. 如权利要求3所述的方法,其特征在于,所述利用所述故障树模型构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型,包括:

将故障树的所述顶上事件作为贝叶斯网络的叶节点,故障树的所述中间事件作为贝叶斯网络的中间节点,故障树的所述基本事件作为贝叶斯网络的根节点;

将所述逻辑门转化成对应的条件概率表;

通过检查各节点之间的逻辑关系,合并重复节点;

对于没有用逻辑门表达逻辑关系的节点,利用模糊群决策的方法获得节点的逻辑关系,并计算条件概率,从而构造出地理国情监测过程误差传播模型。

5. 如权利要求1至4任一项所述的方法,其特征在于,所述对所述地理国情监测数据生产过程误差传播模型中每个基本事件的错误率进行模糊化处理,得到每个所述基本事件的模糊概率,包括:

利用模糊数对所述地理国情监测数据生产过程误差传播模型中每个基本事件的错误率进行模糊化处理,得到每个所述基本事件的模糊概率。

6. 一种地理国情监测数据的质量控制装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取地理国情监测数据在生产过程中的不确定性事件,以及不确定事件之间的逻辑关系;不确定性事件是指地理国情监测数据生产过程中对数据结果质量有影

响的因素和条件；

构造模块，用于根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系，构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型；

模糊化模块，用于对所述地理国情监测数据生产过程误差传播模型中每个基本事件的错误率进行模糊化处理，得到每个所述基本事件的模糊概率；

第一计算模块，用于基于所述模糊概率和不确定事件之间的条件概率，计算地理国情监测数据的错误率；

第二计算模块，用于基于所述模糊概率和所述错误率，计算每个所述基本事件的模糊重要度和后验概率；

反馈模块，用于反馈所述基本事件的模糊重要度和后验概率给用户。

7. 如权利要求6所述的装置，其特征在于，所述构造模块，具体用于：

根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系，建立地理国情监测数据生产过程的故障树模型；

利用所述故障树模型构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型。

8. 如权利要求7所述的装置，其特征在于，

所述根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系，建立地理国情监测数据生产过程的故障树模型，包括：

根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系，确定故障树的基本事件、中间事件和顶上事件；

利用故障树中的逻辑门表达不确定事件之间的逻辑关系；

获取所述基本事件的错误率，建立地理国情监测数据生产过程的故障树模型；

所述利用所述故障树模型构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型，包括：

将故障树的所述顶上事件作为贝叶斯网络的叶节点，故障树的所述中间事件作为贝叶斯网络的中间节点，故障树的所述基本事件作为贝叶斯网络的根节点；

将所述逻辑门转化成对应的条件概率表；

通过检查各节点之间的逻辑关系，合并重复节点；

对于没有用逻辑门表达逻辑关系的节点，利用模糊群决策的方法获得节点的逻辑关系，并计算条件概率，从而构造出地理国情监测过程误差传播模型。

9. 一种终端设备，包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1至5任一项所述方法的步骤。

10. 一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至5任一项所述方法的步骤。

## 地理国情监测数据的质量控制方法、装置和终端设备

### 技术领域

[0001] 本发明属于测绘地理信息技术领域,尤其涉及一种地理国情监测数据的质量控制方法、装置和终端设备。

### 背景技术

[0002] 地理国情监测数据质量控制是获取可靠的地表变化信息的前提,对应用决策具有重大影响。目前的地理国情监测数据质量控制主要依据数据质量标准对结果进行质量评价,受限于高质量的地面参考数据,对于过程中的误差传播与质量控制问题涉及较少。

[0003] 质量评价方法包括直接评价方法和间接评价方法。其中,直接评价方法是通过对数据集抽样,依据评价指标计算数据质量得分,并统计得出最终的数据质量结果。而间接评价方法则是根据数据源的质量和数据的处理质量等间接信息,推断其数据质量结果。目前主要应用的是直接评价方法,2000年杜道生,2004年曾衍伟等,2013年Guptill等,提出依据地理空间数据质量评价模型和质量元素来度量数据质量。2010年Delavar等,同年赵力彬等,通过建立检查项-质量元素-质量元素概念模型,逐级进行错误的汇总与统计,基于质量评价方法对数据质量进行计分,最终依据质量分值评定质量等级。

[0004] 在地理国情普查与监测过程质量控制方面,2014年谭继强等第一次结合全国地理国情普查工作的实际情况,总结了影响地理国情普查质量的主要因素,形成了面向地理国情普查的全面质量管理体系。2014年王莉莉等从地理国情普查地表覆盖分类信息采集成果质量检查方面,探讨影响分类信息采集成果质量的主要因素及关键技术环节。2017年张继贤等从制度标准、机构设置、机制运行、实施落实4方面阐述了地理国情普查质量控制体系的架构及其作用,在实施过程中主要采用过程质量监督抽查的方式进行质量控制,对发现的普查过程中存在的质量问题和技术偏差进行通报和整改。

[0005] 由此可见,目前过程质量控制采用的主要是统一作业流程、加强管理、由相关人员在生产过程中进行监督与抽查等手段,缺乏定量化的质量控制方法,无法动态的识别生产过程中的薄弱环节与不可靠因素,自动化程度不高。

### 发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明实施例提供了一种地理国情监测数据的质量控制方法、装置和终端设备,可以解决现有技术缺乏定量化的质量控制方法的技术问题。

[0007] 本发明实施例的第一方面提供了一种地理国情监测数据的质量控制方法,包括:

[0008] 获取地理国情监测数据在生产过程中的不确定性事件,以及不确定事件之间的逻辑关系;

[0009] 根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系,构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型;

[0010] 对所述地理国情监测数据生产过程误差传播模型中每个基本事件的错误率进行模糊化处理,得到每个所述基本事件的模糊概率;

- [0011] 基于所述模糊概率和不确定事件之间的条件概率,计算地理国情监测数据的错误率;
- [0012] 基于所述模糊概率和所述错误率,计算每个所述基本事件的模糊重要度和后验概率;
- [0013] 反馈所述基本事件的模糊重要度和后验概率给用户。
- [0014] 本发明实施例的第二方面提供了一种地理国情监测数据的质量控制装置,包括:
- [0015] 获取模块,用于获取地理国情监测数据在生产过程中的不确定性事件,以及不确定事件之间的逻辑关系;
- [0016] 构造模块,用于根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系,构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型;
- [0017] 模糊化模块,用于对所述地理国情监测数据生产过程误差传播模型中每个基本事件的错误率进行模糊化处理,得到每个所述基本事件的模糊概率;
- [0018] 第一计算模块,用于基于所述模糊概率和不确定事件之间的条件概率,计算地理国情监测数据的错误率;
- [0019] 第二计算模块,用于基于所述模糊概率和所述错误率,计算每个所述基本事件的模糊重要度和后验概率;
- [0020] 反馈模块,用于反馈所述基本事件的模糊重要度和后验概率给用户。
- [0021] 本发明实施例的第三方面提供了一种终端设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现上述第一方面所述方法的步骤。
- [0022] 本发明实施例的第四方面提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现上述第一方面所述方法的步骤。
- [0023] 本发明实施例中,提出了基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程质量控制方法。该方法可以根据地理国情监测数据生产过程中的不确定性事件及其逻辑关系,对数据质量进行推理预测,减少了对地面参考数据的依赖,节省了人力和时间成本。此外,该方法可以动态识别地理国情监测数据生产过程中的薄弱环节和不可靠因素,并得到定量的指标和参考依据,以指导用户及时修正数据生产过程中的质量问题,达到质量控制的目的。

## 附图说明

- [0024] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。
- [0025] 图1是本发明实施例提供的一种地理国情监测数据的质量控制方法的实现流程示意图;
- [0026] 图2是本发明实施例提供的另一种地理国情监测数据的质量控制方法的实现流程示意图;
- [0027] 图3是本发明实施例提供的又一种地理国情监测数据的质量控制方法的实现流程

示意图；

[0028] 图4是本发明实施例提供的又一种地理国情监测数据的质量控制方法的实现流程图；

[0029] 图5是本发明实施例提供的一种地理国情监测数据生产过程误差传播模型的示意图；

[0030] 图6是本发明实施例提供的又一种地理国情监测数据的质量控制方法的实现流程图；

[0031] 图7是本发明实施例提供的一种三角模糊数及其隶属度函数示意图；

[0032] 图8是实施本发明实施例提供的质量控制方法前后得到的地表覆盖数据错误率对比图；

[0033] 图9是本发明实施例提供的一种地理国情监测数据的质量控制装置的结构示意图；

[0034] 图10是本发明实施例提供的终端设备的结构示意图。

### 具体实施方式

[0035] 以下描述中,为了说明而不是为了限定,提出了诸如特定系统结构、技术之类的具体细节,以便透彻理解本发明实施例。然而,本领域的技术人员应当清楚,在没有这些具体细节的其它实施例中也可以实现本发明。在其它情况中,省略对众所周知的系统、装置、电路以及方法的详细说明,以免不必要的细节妨碍本发明的描述。同时,在本发明的描述中,术语“第一”和“第二”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0036] 为了说明本发明所述的技术方案,下面通过具体实施例来进行说明。

[0037] 目前过程质量控制采用的主要是统一作业流程、加强管理、由相关人员在生产过程中进行监督与抽查等手段,缺乏定量化的质量控制方法,无法动态的识别生产过程中的薄弱环节与不可靠因素,自动化程度不高。

[0038] 针对这一问题,本发明首次提出了基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程质量控制方法。该方法可以根据地理国情监测数据生产过程中的不确定性事件及其逻辑关系,对数据质量进行推理预测,减少了对地面参考数据的依赖,节省了人力和时间成本。此外,该方法可以动态识别地理国情监测数据生产过程中的薄弱环节和不可靠因素,并得到定量的指标和参考依据,以指导用户及时修正数据生产过程中的质量问题,达到质量控制的目的。

[0039] 图1示出了本发明实施例提供的一种地理国情监测数据的质量控制方法的实现流程,该方法适用于对地理国情监测数据生产过程进行质量控制的情况,由地理国情监测数据的质量控制装置执行。该地理国情监测数据的质量控制装置通常配置于终端设备,由软件和/或硬件实现。终端设备可以为具有计算能力的终端设备,如智能移动终端、个人电脑、平板电脑和服务器等。如图1所示,地理国情监测数据的质量控制方法包括步骤:S101至S106。

[0040] S101,获取地理国情监测数据在生产过程中的不确定性事件,以及不确定事件之间的逻辑关系。

[0041] 其中,地理国情监测数据包括地表覆盖数据和地理国情要素数据。

[0042] 地理国情监测数据的生产过程,是将观测数据转换为最终成果的一系列数据分析与处理的活动。示例性地,以某省测绘部门2014年生产的42幅1:10000比例尺的地表覆盖数据为例进行说明,以ESRI的GeoDatabase格式存储数据,生产方式是基于正射影像DOM数据,参考专题数据与基础地理信息数据的整合成果和遥感影像解译样本点等资料,通过内业解译和外业调查,进行数据采集、编辑、赋属性等,制作地表覆盖数据。

[0043] 不确定性事件是指地理国情监测数据生产过程中对数据结果质量有影响的因素和条件。获取地理国情监测数据在生产过程中的不确定性事件,以及不确定事件之间的逻辑关系,也就是说,获取地理国情监测数据在生产过程中对数据结果有影响的因素和条件,及其因素和条件之间的相互关联关系。相互关联关系包括:能用和不能用逻辑门表达的逻辑关系。逻辑门包括但不限于:与门、或门、非门等。

[0044] 示例性地,通过深入分析地理国情监测数据中数据源选择、数据预处理、分类、变化信息提取等环节,确定地理国情监测数据在生产过程中的不确定性因素。比如,不确定因素包括:人工解译数据源、人员操作、机器解译方法、遥感正射影像、外业核查等。需要说明的是,这几个不确定因素,不是穷举,可以认为是对数据结果的主要的影响因素,因为在地理国情监测数据生产过程中的影响因素有很多,此处仅为示例性描述,不能解释为对本发明的限制。

[0045] S102,根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系,构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型。

[0046] 其中,步骤101得到不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系,基于此,构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型。

[0047] 作为本发明一实施例,如图2所示,步骤102包括步骤201和202。

[0048] S201,根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系,建立地理国情监测数据生产过程的故障树模型。

[0049] 可选地,如图3所示,步骤201包括步骤301至303。

[0050] S301,根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系,确定故障树的基本事件、中间事件和顶上事件。

[0051] 其中,根据步骤101得到的地理国情监测数据生成过程的不确定性事件及其逻辑关系,确定故障树的基本事件、中间事件和顶上事件。

[0052] 示例性地,基本事件包括:影像光谱类型、影像空间分辨率、影像现势性、影像平面精度、影像数据接边、基础地理信息数据、机器解译方法、专题数据、人员操作、和外业调查。中间事件包括:影像源、影像预处理、遥感正射影像、人工解译数据源、人工解译、和机器解译。顶上事件为地理国情监测数据成果。

[0053] S302,利用故障树中的逻辑门表达不确定事件之间的逻辑关系。

[0054] 其中,如前所述,不确定事件之间的逻辑关系包括能用逻辑门表达的和不能用逻辑门表达的,对于能用逻辑门表达的,则用逻辑门表达不确定事件之间的逻辑关系。

[0055] 在本发明实施例中按照故障树中的逻辑门,逻辑门包括与门、或门、和非门等,来表达地理国情监测数据生产过程各个不确定性事件之间的逻辑关系。

[0056] S303,获取所述基本事件的错误率,建立地理国情监测数据生产过程的故障树模型。

[0057] 其中,利用统计数据结合领域专家知识获取基本事件的错误率,建立地理国情监测数据生产过程的故障树模型。

[0058] S202,利用所述故障树模型构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型。

[0059] 本发明实施例中,利用故障树模型转化方法构建基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型,提高了数据处理效率。

[0060] 其中,如图4所示,步骤202包括步骤401至404。

[0061] S401,将故障树的所述顶上事件作为贝叶斯网络的叶节点,故障树的所述中间事件作为贝叶斯网络的中间节点,故障树的所述基本事件作为贝叶斯网络的根节点。

[0062] S402,将所述逻辑门转化成对应的条件概率表。

[0063] S403,通过检查各节点之间的逻辑关系,合并重复节点。

[0064] S404,对于没有用逻辑门表达逻辑关系的节点,利用模糊群决策的方法获得节点的逻辑关系,并计算条件概率,从而构造出地理国情监测过程误差传播模型。

[0065] 其中,贝叶斯网络的节点为能用逻辑门表达的逻辑关系,则将逻辑门转化成对应的条件概率。而贝叶斯网络的节点为不能用逻辑门表达的逻辑关系时,则通过采集专家意见,利用模糊群决策的方法获得不确定事件之间的相互关联关系,计算条件概率,从而最终构建出地理国情监测数据生产过程误差传播模型。

[0066] 利用模糊群决策获得节点的逻辑关系,并计算条件概率的过程为:

[0067] (1)采集专家意见,将“非常高”、“高”、“偏高”、“中等”、“偏低”、“低”和“非常低”等语言变量转化为用模糊数,如三角模糊数,表示的模糊概率,得到各节点各个状态的条件概率模糊子集;

[0068] (2)采用算术平均法来综合各节点各个状态的模糊概率,得到模糊概率的平均值;

[0069] (3)对各节点各状态的模糊概率平均值进行解模糊处理,把模糊概率转化为精确概率,得到各节点各状态条件概率的精确值;

[0070] (4)对各节点各状态条件概率的精确值进行归一化处理,使得节点不同状态的条件概率之和为1。

[0071] 示例性地,地理国情监测数据生产过程误差传播模型如图5所示。地理国情监测数据生产过程误差传播模型中的不确定事件序列如下表1所示。

[0072] 表1:



|        |             |             |
|--------|-------------|-------------|
|        | <b>事件代号</b> | <b>事件名称</b> |
|        | X1          | 影像光谱类型      |
|        | X2          | 影像空间分辨率     |
|        | X3          | 影像现势性       |
|        | X4          | 影像平面精度      |
|        | X5          | 影像数据接边      |
|        | X6          | 基础地理信息数据    |
| [0073] | X7          | 机器解译方法      |
|        | X8          | 专题数据        |
|        | X9          | 人员操作        |
|        | X10         | 外业调查        |
|        | S1          | 影像源         |
|        | S2          | 影像预处理       |
|        | S3          | 遥感正射影像      |
|        | S4          | 人工解译数据源     |
|        | S5          | 人工解译        |
| [0074] | S6          | 机器解译        |
|        | T           | 地理国情监测数据成果  |

[0075] 作为本发明另一实施例,如图6所示,步骤102包括步骤601至602。

[0076] S601,根据不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系构建贝叶斯网络。

[0077] 其中,根据不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系构建贝叶斯网络,而不需要构建故障树模型,再由故障树模型转化成贝叶斯网络。虽然数据处理量会增加,但是也能获得良好的质量控制效果。

[0078] S602,通过训练好的神经网络模型得到贝叶斯网络的条件概率表,从而构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型。

[0079] 其中,基于机器学习技术为基础构建用于生成条件概率表的深度网络,深度网络包括但不限于逻辑回归算法、支持向量机、卷积神经网络等。根据采用的不同的网络,可选用不同的训练方法进行训练。为使更好地理解本专利,这里以卷积神经网络为例说明构建深度网络的过程。

[0080] 卷积神经网络是一类特殊的神经的人工神经网络,区别于神经网络其它模型,其主要特点是卷积运算操作。卷积神经网络是一种层次模型,输入是原始数据。卷积神经网络通过卷积操作、池化操作和非线性激活函数映射等一系列才做的层层堆叠,将高层语义信息逐层由原始数据输入层中抽取出来,这一过程称为“前馈运算”。最终,卷积神经网络的最后一层将其目标任务形式化为目标函数。通过计算预测值与真实值之间的误差或损失,利用反向传播算法将误差或损失由最后一层逐层向前反馈,更新每层参数,并在更新参数后再次前馈,如此往复,直到网络模型收敛,从而到达模型训练目的。

[0081] 本发明实施例中,通过训练好的神经网络模型得到贝叶斯网络的条件概率表,从

而构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型。

[0082] S103,对所述地理国情监测数据生产过程误差传播模型中每个基本事件的错误率进行模糊化处理,得到每个所述基本事件的模糊概率。

[0083] 其中,利用模糊数对所述地理国情监测数据生产过程误差传播模型中每个基本事件的错误率进行模糊化处理,得到每个所述基本事件的模糊概率。

[0084] 本发明实施例通过三角模糊数、梯形模糊数、或正态模糊数来描述基本事件的模糊概率,以代替原来精确的基本事件错误率,更符合客观事物的本质,与工程实践更加接近,可以进一步提高定量结果的准确度。

[0085] 根据得到的基本事件错误率和事件之间的条件概率可以推理计算叶节点,即地理国情监测数据成果,的错误率模糊子集,  $\tilde{A} = (a, m, b)$ ,  $a, b$  分别为模糊数的下限和上限,  $m$  为可能性最大的值,隶属度函数为  $\mu_{\tilde{A}}(x)$ 。图7为某图幅三角模糊数及其隶属度函数示例,该图幅数据错误率模糊子集为  $(0.0382, 0.0425, 0.0468)$ 。

[0086] S104,基于所述模糊概率和不确定事件之间的条件概率,计算地理国情监测数据的错误率。

[0087] 其中,根据上一步建立的地理国情监测数据生产过程误差传播模型进行模糊推理,按如下公式计算地理国情监测数据结果的错误率:

$$[0088] \quad \tilde{P}(T) = \sum_{x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_m} \tilde{P}(x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_m, T) =$$

$$[0089] \quad \sum_{\pi(T)} \tilde{P}(T | \pi(T)) \sum_{\pi(y_1)} \tilde{P}(y_1 | \pi(y_1)) \sum_{\pi(y_2)} \tilde{P}(y_2 | \pi(y_2)) \times \dots \times \sum_{\pi(y_m)} \tilde{P}(y_m | \pi(y_m)) \times$$

$$[0090] \quad \tilde{P}(x_1) \tilde{P}(x_2) \times \dots \times \tilde{P}(x_n)$$

[0091] 式中,  $\tilde{P}$  为模糊概率子集,  $x_1, x_2, \dots, x_n$  为根节点变量即基本事件,  $y_1, y_2, \dots, y_m$  为中间节点变量,  $\pi(T)$  为叶节点T地理国情监测数据成果的父节点集合,  $\pi(y_m)$  为中间节点变量  $y_m$  的父节点集合,  $\tilde{P}(T)$  为叶节点T的模糊概率,  $\tilde{P}(x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_m, T)$  为联合概率分布,  $\tilde{P}(T | \pi(T))$  表示叶节点T的父节点发生的情况下T的模糊概率,  $\tilde{P}(y_m | \pi(y_m))$  为节点变量  $y_m$  的父节点发生的情况下  $y_m$  的模糊概率,  $\tilde{P}(x_1), \tilde{P}(x_2), \dots, \tilde{P}(x_n)$  为根节点变量  $x_1, x_2, \dots, x_n$  的模糊概率。该模型无需地面参考数据,并且可以在一定程度上反映数据结果质量的变化趋势。

[0092] S105,基于所述模糊概率和所述错误率,计算每个所述基本事件的模糊重要度和后验概率。

[0093] 其中,根据基本事件的模糊概率及地理国情监测数据成果的错误率,按照如下公式计算基本不确定性事件的模糊重要度:

$$[0094] \quad I_T(x_i) = E\{\tilde{P}[T | \tilde{P}(x_i) = 1] - \tilde{P}[T | \tilde{P}(x_i) = 0]\},$$

[0095] 式中,  $I_T(x_i)$  为基本事件  $x_i$  关于叶节点T的模糊重要度,  $E()$  为求模糊子集的重心值,将模糊子集转为精确值,  $\tilde{P}[T | \tilde{P}(x_i) = 1]$  表示  $x_i$  错误率为1的条件下叶节点T发生的模糊概率,  $\tilde{P}[T | \tilde{P}(x_i) = 0]$  表示  $x_i$  错误率为0的条件下叶节点T发生的模糊概率。模糊重要度反映了基本事件概率已知的情况下,事件状态发生变化导致系统发生变化的程度,即事件对地理国

情监测数据成果的影响程度。

[0096] 示例性地,计算出某一图幅不确定性事件模糊重要度结果,如下表2所示。

[0097] 表2:

|        |      |        |
|--------|------|--------|
| [0098] | 基本事件 | 重要度    |
|        | X1   | 0.1626 |
|        | X2   | 0.1626 |
|        | X3   | 0.2322 |
|        | X4   | 0.1727 |
|        | X5   | 0.1626 |
|        | X6   | 0.0889 |
|        | X7   | 0.1773 |
|        | X8   | 0.0889 |
|        | X9   | 0.2591 |
|        | X10  | 0.3333 |

[0099] 此外,根据贝叶斯公式,利用基本事件的模糊概率和地理国情监测数据的错误率,通过如下公式计算各个基本事件的后验概率:

$$[0100] \quad \tilde{P}(x_i | T) = \frac{\tilde{P}(x_i, T)}{\tilde{P}(T)},$$

[0101] 式中,  $\tilde{P}(x_i | T)$  为在地理国情监测数据成果的错误率  $\tilde{P}(T)$  已知的情况下,基本事件  $x_i$  的模糊概率。

[0102] 示例性地,计算出某一图幅不确定性事件后验概率结果,如下表3所示。

[0103] 表3:

|        |             |                       |
|--------|-------------|-----------------------|
| [0104] | <b>基本事件</b> | <b>后验概率</b>           |
|        | X1          | $2.74 \times 10^{-5}$ |

|        |             |                       |
|--------|-------------|-----------------------|
| [0105] | <b>基本事件</b> | <b>后验概率</b>           |
|        | X2          | $2.35 \times 10^{-5}$ |
|        | X3          | $6.95 \times 10^{-3}$ |
|        | X4          | $2.13 \times 10^{-3}$ |
|        | X5          | $7.35 \times 10^{-5}$ |
|        | X6          | 0.0182                |
|        | X7          | 0.1720                |
|        | X8          | 0.0204                |
|        | X9          | 0.0184                |
|        | X10         | 0.3236                |

[0106] S106,反馈所述基本事件的模糊重要度和后验概率给用户。

[0107] 其中,将上一步计算的基本事件的后验概率与模糊重要度进行反馈,以指导用户据此制定相应的控制措施。

[0108] 需要说明的是,重要度较高的事件为系统的薄弱环节,对地理国情监测数据成果

质量影响较大,可通过修正该环节的参数,提高此环节的处理精度。

[0109] 示例性地,根据反馈结果,得知对地理国情监测数据质量影响较大的因素包括:影像现势性、人员操作、和外业调查;而基础地理信息数据和专题数据影响程度相对较小。因此,应对数据影像现势性、人员操作、和外业调查这几个重要度较高的事件加强控制力度,从而有效提高地理国情监测数据的质量。

[0110] 还需要说明的是,根节点后验概率为数据结果质量较差的情况下的误差诊断提供依据,即按照根节点后验概率由大到小的顺序检测相应的根节点,本实施例按照以下顺序进行:X10、X7、X8、X9、X6、X4、X3、X5、X1、X2,确定造成数据错误的主要因素并进行修正。

[0111] 在此基础上,制定具有针对性的质量控制措施,动态修正地理国情监测数据生产过程中的不可靠事件参数,最终提高地理国情监测结果的质量。见图8,为本实施例过程控制方法实行前后得到的地表覆盖数据错误率对比图,此处也是以某省测绘部门2014年生产的42幅1:10000比例尺的地表覆盖数据为例,一共42幅图的地表覆盖数据的错误率对比。其中数据错误率采用本发明进行过程控制后,所有地表覆盖图幅的错误率平均降低3.05%。

[0112] 本发明针对现有地理国情监测过程质量控制方法的不足,发明提出一种基于模糊贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程质量控制方法,分析地理国情监测数据生产过程中的不确定性因素及其相互关联关系,构建地理国情监测数据生产过程误差传播模型,进行数据错误率的推理和预测。通过分析不确定事件对地理国情监测数据生产过程质量的影响程度并进行反馈,动态识别地理国情监测数据生产过程中的薄弱环节,以指导用户动态修正数据生产过程中的不可靠因素,达到提升数据生产质量的目的。

[0113] 如图9所示,为本发明实施例提供的一种地理国情监测数据的质量控制装置,包括:

[0114] 获取模块91,用于获取地理国情监测数据在生产过程中的不确定性事件,以及不确定事件之间的逻辑关系;

[0115] 构造模块92,用于根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系,构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型;

[0116] 模糊化模块93,用于对所述地理国情监测数据生产过程误差传播模型中每个基本事件的错误率进行模糊化处理,得到每个所述基本事件的模糊概率;

[0117] 第一计算模块94,用于基于所述模糊概率和不确定事件之间的条件概率,计算地理国情监测数据的错误率;

[0118] 第二计算模块95,用于基于所述模糊概率和所述错误率,计算每个所述基本事件的模糊重要度和后验概率;

[0119] 反馈模块96,用于反馈所述基本事件的模糊重要度和后验概率给用户。

[0120] 可选地,所述构造模块92,具体用于:

[0121] 根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系,建立地理国情监测数据生产过程的故障树模型;

[0122] 利用所述故障树模型构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型。

[0123] 可选地,所述根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系,建立地理国情监测数据生产过程的故障树模型,包括:

[0124] 根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系,确定故障树的基本事件、中间事件和顶事件;

[0125] 利用故障树中的逻辑门表达不确定事件之间的逻辑关系;

[0126] 获取所述基本事件的错误率,建立地理国情监测数据生产过程的故障树模型。

[0127] 可选地,所述利用所述故障树模型构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型,包括:

[0128] 将故障树的所述顶上事件作为贝叶斯网络的叶节点,故障树的所述中间事件作为贝叶斯网络的中间节点,故障树的所述基本事件作为贝叶斯网络的根节点;

[0129] 将所述逻辑门转化成对应的条件概率表;

[0130] 通过检查各节点之间的逻辑关系,合并重复节点;

[0131] 对于没有用逻辑门表达逻辑关系的节点,利用模糊群决策的方法获得节点的逻辑关系,并计算条件概率,从而构造出地理国情监测过程误差传播模型。

[0132] 需要说明的是,本发明实施例提供的一种地理国情监测数据的质量控制装置的实现过程可以参考前述实施例提供的一种地理国情监测数据的质量控制方法的实现过程,在此不再赘述。

[0133] 应理解,上述实施例中各步骤的序号的大小并不意味着执行顺序的先后,各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定,而不对本发明实施例的实施过程构成任何限定。

[0134] 图10是本发明一实施例提供的终端设备的示意图。如图10所示,该实施例的终端设备10包括:处理器100、存储器101以及存储在所述存储器101中并可在所述处理器100上运行的计算机程序102,例如地理国情监测数据的质量控制程序。所述处理器100执行所述计算机程序102时实现上述地理国情监测数据的质量控制方法实施例中的步骤,例如图1所示的步骤S101至S106。或者,所述处理器100执行所述计算机程序102时实现上述各装置实施例中各模块/单元的功能,例如,图9所示模块91至96的功能。

[0135] 示例性的,所述计算机程序102可以被分割成一个或多个模块/单元,所述一个或者多个模块/单元被存储在所述存储器101中,并由所述处理器100执行,以完成本发明。所述一个或多个模块/单元可以是能够完成特定功能的一系列计算机程序指令段,该指令段用于描述所述计算机程序102在处理器100中的执行过程。

[0136] 例如,所述计算机程序102可以被分割成获取模块、构造模块、模糊化模块、第一计算模块、第二计算模块和反馈模块(虚拟装置中的模块),各模块具体功能如下:

[0137] 获取模块,用于获取地理国情监测数据在生产过程中的不确定性事件,以及不确定事件之间的逻辑关系;

[0138] 构造模块,用于根据所述不确定性事件以及不确定事件之间的逻辑关系,构造基于贝叶斯网络的地理国情监测数据生产过程误差传播模型;

[0139] 模糊化模块,用于对所述地理国情监测数据生产过程误差传播模型中每个基本事件的错误率进行模糊化处理,得到每个所述基本事件的模糊概率;

[0140] 第一计算模块,用于基于所述模糊概率和不确定事件之间的条件概率,计算地理国情监测数据的错误率;

[0141] 第二计算模块,用于基于所述模糊概率和所述错误率,计算每个所述基本事件的

模糊重要度和后验概率；

[0142] 反馈模块，用于反馈所述基本事件的模糊重要度和后验概率给用户。

[0143] 所述终端设备10可包括，但不限于，处理器100、存储器101。本领域技术人员可以理解，图10仅仅是终端设备10的示例，并不构成对终端设备10的限定，可以包括比图示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者不同的部件，例如所述终端设备还可以包括输入输出设备、网络接入设备、总线等。

[0144] 所称处理器100可以是中央处理单元 (Central Processing Unit, CPU)，还可以是其他通用处理器、数字信号处理器 (Digital Signal Processor, DSP)、专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、现场可编程门阵列 (Field-Programmable Gate Array, FPGA) 或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

[0145] 所述存储器101可以是所述终端设备10的内部存储单元，例如终端设备10的硬盘或内存。所述存储器101也可以是所述终端设备10的外部存储设备，例如所述终端设备10上配备的插接式硬盘，智能存储卡 (Smart Media Card, SMC)，安全数字 (Secure Digital, SD) 卡，闪存卡 (Flash Card) 等。进一步地，所述存储器101还可以既包括所述终端设备10的内部存储单元也包括外部存储设备。所述存储器101用于存储所述计算机程序以及所述终端设备10所需的其他程序和数据。所述存储器101还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的数据。

[0146] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为了描述的方便和简洁，仅以上述各功能单元、模块的划分进行举例说明，实际应用中，可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能单元、模块完成，即将所述装置的内部结构划分成不同的功能单元或模块，以完成以上描述的全部或者部分功能。实施例中的各功能单元、模块可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中，上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。另外，各功能单元、模块的具体名称也只是为了便于相互区分，并不用于限制本申请的保护范围。上述系统中单元、模块的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

[0147] 在上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中没有详述或记载的部分，可以参见其它实施例的相关描述。

[0148] 本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0149] 在本发明所提供的实施例中，应该理解到，所揭露的装置/终端设备和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置/终端设备实施例仅仅是示意性的，例如，所述模块或单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通讯连接可以是通过一些接口，装置

或单元的间接耦合或通讯连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0150] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0151] 另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0152] 所述集成的模块/单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明实现上述实施例方法中的全部或部分流程,也可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的计算机程序可存储于一计算机可读存储介质中,该计算机程序在被处理器执行时,可实现上述各个方法实施例的步骤。其中,所述计算机程序包括计算机程序代码,所述计算机程序代码可以为源代码形式、对象代码形式、可执行文件或某些中间形式等。所述计算机可读介质可以包括:能够携带所述计算机程序代码的任何实体或装置、记录介质、U盘、移动硬盘、磁碟、光盘、计算机存储器、只读存储器(Read-Only Memory,ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory,RAM)、电载波信号、电信信号以及软件分发介质等。需要说明的是,所述计算机可读介质包含的内容可以根据司法管辖区内立法和专利实践的要求进行适当的增减,例如在某些司法管辖区,根据立法和专利实践,计算机可读介质不包括电载波信号和电信信号。

[0153] 以上所述实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围,均应包含在本发明的保护范围之内。

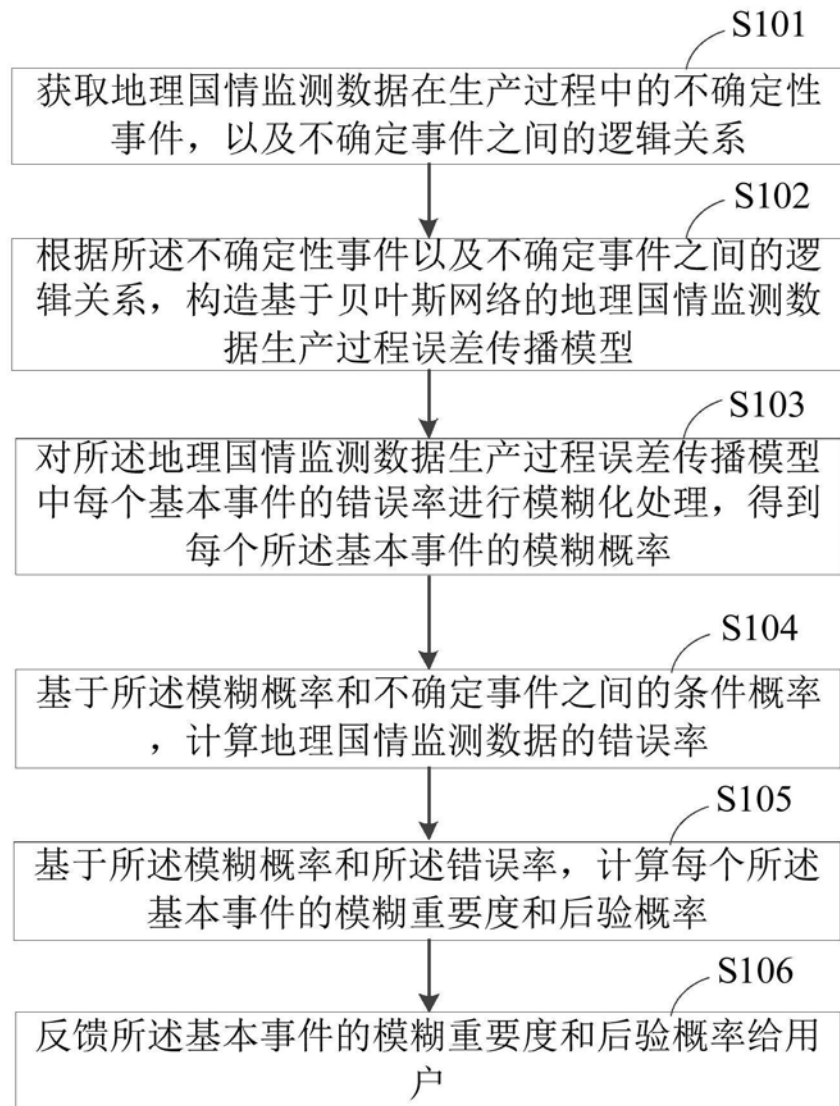


图1

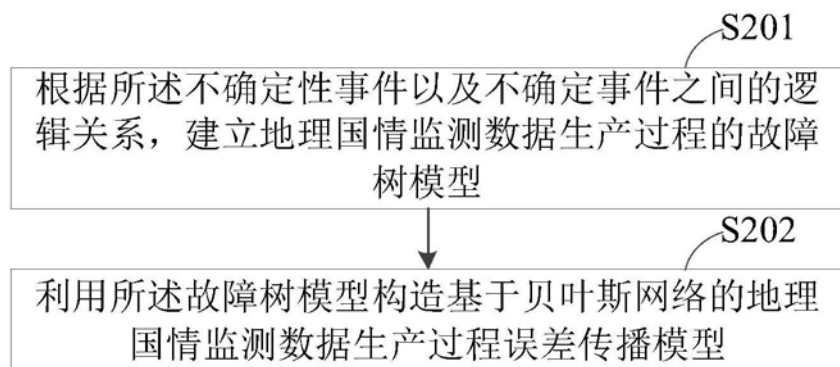


图2



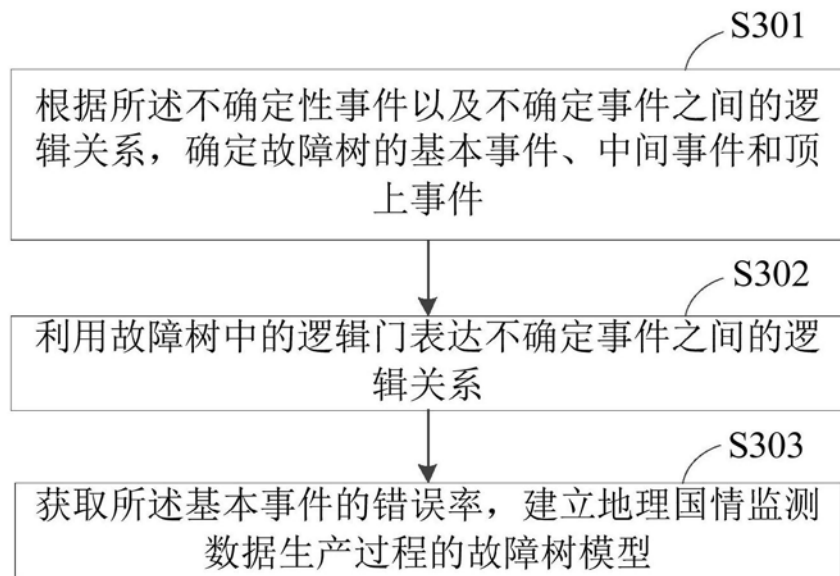


图3

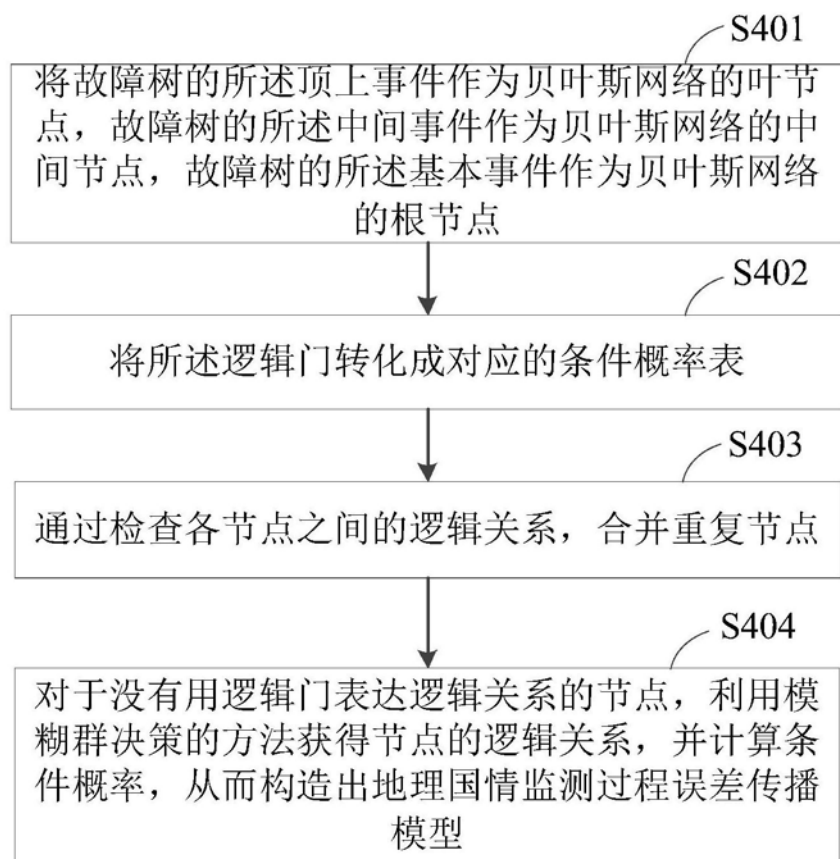


图4

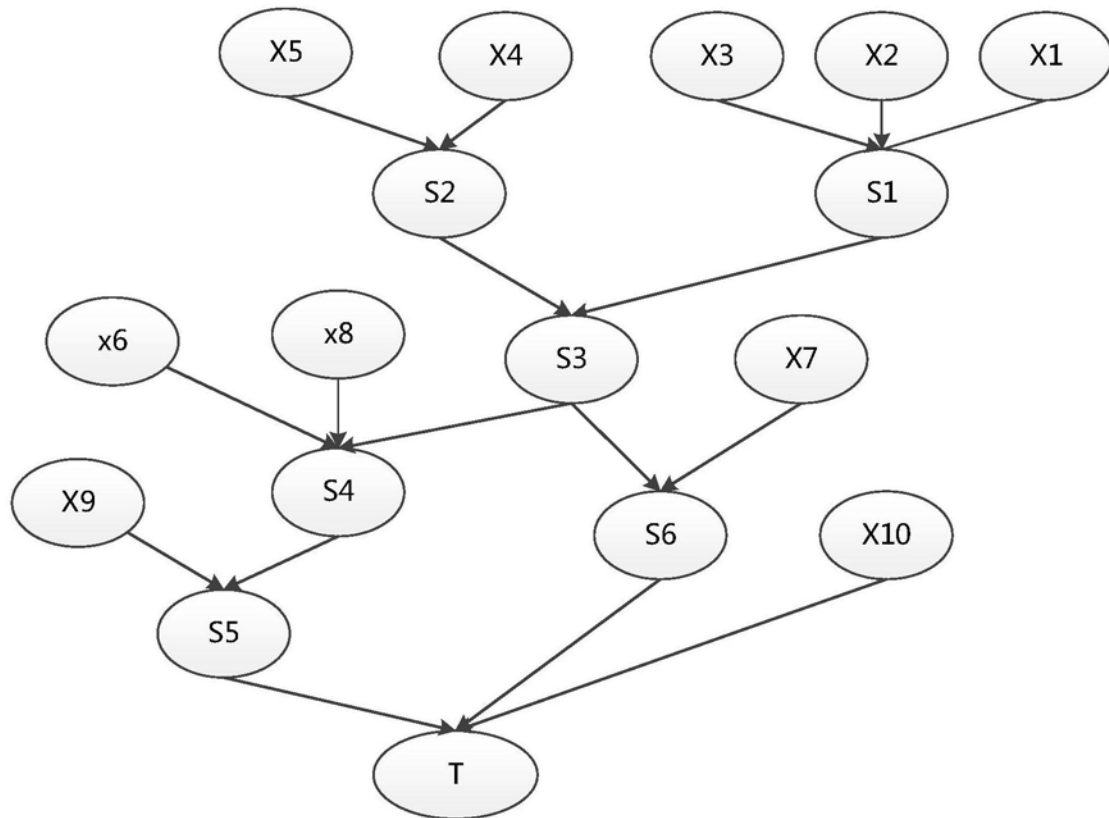


图5

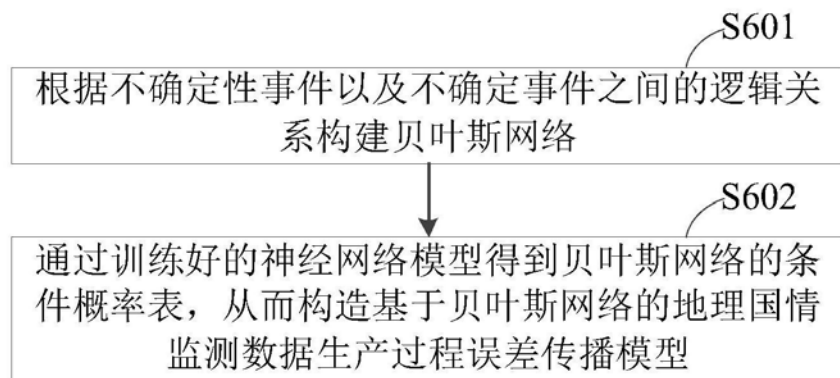


图6

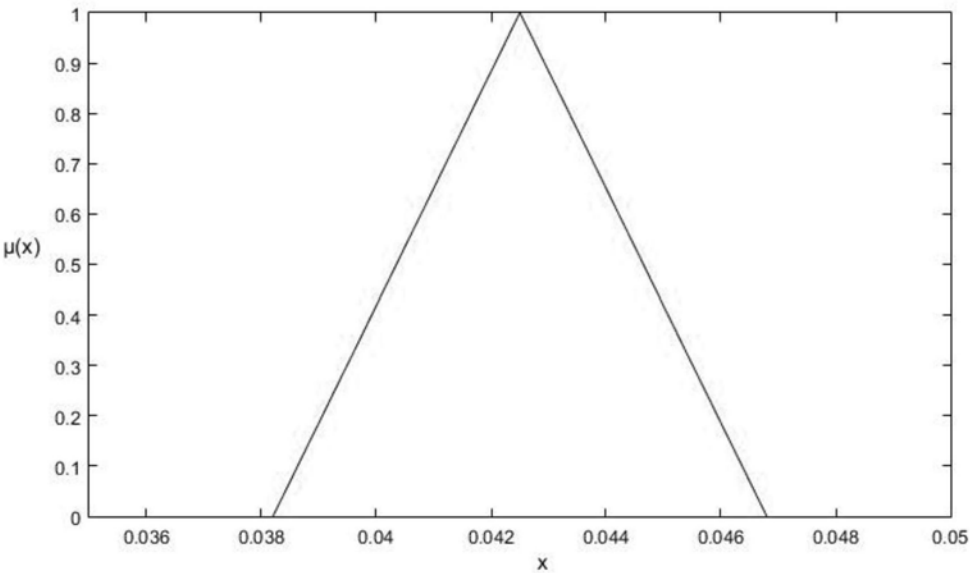


图7

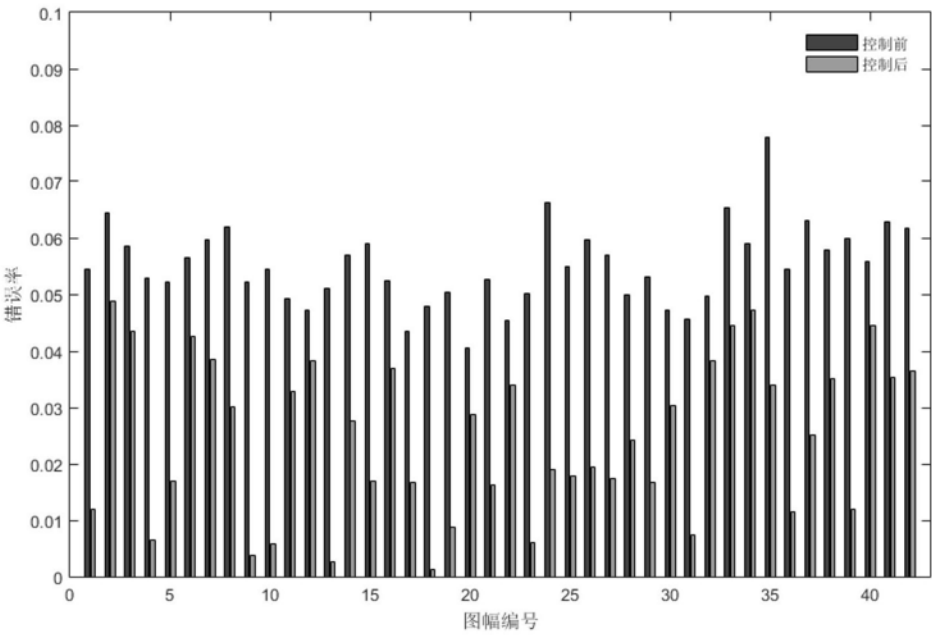


图8



图9

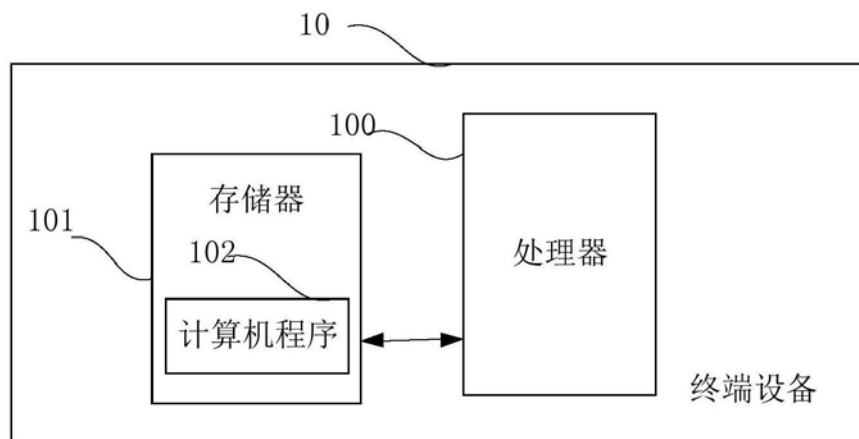


图10