



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110211336 A

(43)申请公布日 2019.09.06

(21)申请号 201910408445.6

(22)申请日 2019.05.16

(71)申请人 西南交通大学

地址 610031 四川省成都市二环路北一段
111号

(72)发明人 蒋泽中 华泽玺 龙中秀 王大林
贾成君 王红珠 张玉 白鹏飞
施会斌

(74)专利代理机构 北京市领专知识产权代理有
限公司 11590

代理人 林辉轮 张玲

(51)Int.Cl.

G08B 21/10(2006.01)

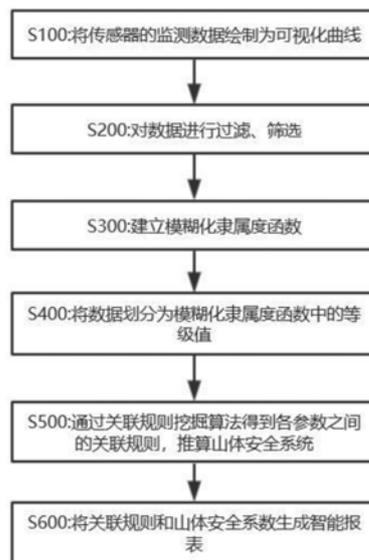
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

基于传感器的山体滑坡数据智能处理的方法

(57)摘要

本发明涉及数据智能处理技术领域,提出基于传感器的山体滑坡数据智能处理的方法,包括以下步骤:获取设置在山体中的多种传感器的监测数据,并绘制可视化曲线;根据绘制出的可视化曲线,对数据进行过滤、筛选;对过滤、筛选后的数据建立模糊化隶属度函数;对模糊化隶属度函数进行离散化、模糊化,将数据划分为模糊化隶属度函数中各模糊集的等级值;通过关联规则挖掘算法计算各模糊集的支持度和置信度,得到关联规则,根据关联规则推算山体安全系数;将得到的关联规则和山体安全系数生成智能报表。本发明在获取传感器数据后进行了有效的分析和智能处理,一定程度上减少数据库和算法的负担,同时也提高了山体滑坡预测的合理性和准确性。



1. 基于传感器的山体滑坡数据智能处理的方法,其特征在于:包括以下步骤:
获取设置在山体中的多种传感器的监测数据,并绘制可视化曲线;
根据绘制出的可视化曲线,对数据进行过滤、筛选;
对过滤、筛选后的数据建立模糊化隶属度函数;
对模糊化隶属度函数进行离散化、模糊化,将数据划分为模糊化隶属度函数中各模糊集的等级值;
通过关联规则挖掘算法计算各模糊集的支持度和置信度,得到关联规则,根据关联规则推算山体安全系数。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述获取设置在山体中的多种传感器的监测数据,并绘制可视化曲线的步骤,包括:
获取设置在山体中的温度传感器、含水量传感器、孔隙水压力传感器、土压力传感器、降雨量传感器、振动传感器、位移传感器分别采集的数据;
根据获取的多种传感器数据,绘制可视化的动态曲线;
根据可视化的动态曲线的走势,预测数据未来变动趋势。
3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:所述根据绘制出的可视化曲线,对数据进行过滤、筛选的步骤,包括:
根据可视化的动态曲线及其未来变动趋势,使用插值算法对已知点的值计算未知点的近似值,并构造一个多项式函数,得到山体中任意高度的各传感器数据;
根据多项式函数的计算值和预设的曲线斜率阈值,舍弃曲线中时间段内斜率小于曲线斜率阈值的数据,保留时间段内斜率大于曲线斜率阈值的数据及其时间点前后的数据。
4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于:所述对过滤、筛选后的数据建立模糊化隶属度函数的步骤,包括:
将每种传感器的数据分为N个等级的模糊集,依次为模糊集 $A_1(x) \dots, A_N(x)$,其中每个模糊集 $A(x) \subset [0,1]$, $x \in U$, U 为该种传感器所监测到的所有数据集合, x 为集合 U 中的任意数据,N为大于1的自然数;
每个数据 x 对应一个模糊集 $A(x)$,若 $A(x)$ 越趋近于1,则 x 隶属于 $A(x)$ 的程度越高;若 $A(x)$ 越趋近于0,则 x 隶属于 $A(x)$ 的程度越低;
根据集合 U 中的所有数据 x 与模糊集 $A_1(x) \dots, A_N(x)$ 的对应关系,建立得到模糊化隶属度函数。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于:所述对模糊化隶属度函数进行离散化、模糊化,将数据划分为模糊化隶属度函数中的各模糊集的等级值的步骤,包括:
将所有传感器监测到的数据以及根据其未来变动趋势得到的数据按照建立的模糊化隶属度函数与模糊集一一对应后,将对应的数据模糊为具体的等级值。
6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:所述通过关联规则挖掘算法计算各模糊集的支持度和置信度,得到关联规则,根据关联规则推算山体安全系数的步骤,包括:
利用生成的每种传感器的N个模糊集 $A_1(x) \dots, A_N(x)$ 分别计算每种传感器监测数据的支持度和置信度;
使用支持度生成模糊集的频繁项集,使用置信度生成关联规则;
结合每种传感器数据的关联规则,推算出山体安全系数。

基于传感器的山体滑坡数据智能处理的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及数据智能处理技术领域,特别涉及基于传感器的山体滑坡数据智能处理的方法。

背景技术

[0002] 山体滑坡是目前国内外科学研究的热点,应该注意到,数据在滑坡监测和预测中占据着重要地位,且由于滑坡监测是一个长年累积的过程,传感器所测得的数据量巨大,各类基于传感器数据的山体滑坡可能性计算和神经网络算法再不断发展。

[0003] 而在山体滑坡监测和预测算法中,保证数据的合理性、正确性能够保证算法的高速运行和结果的实时性、精确性,因此提前对山体滑坡预测系统中传感器的数据进行分析与处理是有必要的,这能减少不必要的的数据,并增加预测算法的有效数据输入量。

[0004] 监测山体滑坡状况时,通常需要多种传感器对山体的各方面数据进行监测,监测得到的数据无明显规律可循,且数量巨大。现有的山体滑坡监测系统仅仅对这些传感器数据进行获取与存储,这种方式有一定的弊端,例如,由于数据量巨大,因此会对数据库空间要求非常高,且令数据查询等操作变得困难;除此之外,由于这些数据未经处理直接用于预测算法的输入,会影响到预测算法的运行效率及实时性。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于改善现有技术中所存在的不足,提供基于传感器的山体滑坡数据智能处理的方法,提高数据智能分析的效率的同时,也保证了数据处理结果的真实性和准确性。

[0006] 为了实现上述发明目的,本发明实施例提供了以下技术方案:

[0007] 基于传感器的山体滑坡数据智能处理的方法,包括以下步骤:

[0008] 获取设置在山体中的多种传感器的监测数据,并绘制可视化曲线;

[0009] 根据绘制出的可视化曲线,对数据进行过滤、筛选;

[0010] 对过滤、筛选后的数据建立模糊化隶属度函数;

[0011] 对模糊化隶属度函数进行离散化、模糊化,将数据划分为模糊化隶属度函数中各模糊集的等级值;

[0012] 通过关联规则挖掘算法计算各模糊集的支持度和置信度,得到关联规则,根据关联规则推算山体安全系数。

[0013] 进一步地,为了更好的实现本发明,所述获取设置在山体中的多种传感器的监测数据,并绘制可视化曲线的步骤,包括:

[0014] 获取设置在山体中的温度传感器、含水量传感器、孔隙水压力传感器、土压力传感器、降雨量传感器、振动传感器、位移传感器分别采集的数据;

[0015] 根据获取的多种传感器数据,绘制可视化的动态曲线;

[0016] 根据可视化的动态曲线的走势,预测数据未来变动趋势。

[0017] 进一步地,为了更好的实现本发明,所述根据绘制出的可视化曲线,对数据进行过滤、筛选的步骤,包括:

[0018] 根据可视化的动态曲线及其未来变动趋势,使用插值算法对已知点的值计算未知点的近似值,并构造一个多项式函数,得到山体中任意高度的各传感器数据;

[0019] 根据多项式函数的计算值和预设的曲线斜率阈值,舍弃曲线中时间段内斜率小于曲线斜率阈值的数据,保留时间段内斜率大于曲线斜率阈值的数据及其时间点前后的数据。

[0020] 进一步地,为了更好的实现本发明,所述对过滤、筛选后的数据建立模糊化隶属度函数的步骤,包括:

[0021] 将每种传感器的数据分为N个等级的模糊集,依次为模糊集 $A_1(x) \dots, A_N(x)$,其中每个模糊集 $A(x) \subset [0,1]$, $x \in U$,U为该种传感器所监测到的所有数据集合,x为集合U中的任意数据,N为大于1的自然数;

[0022] 每个数据x对应一个模糊集 $A(x)$,若 $A(x)$ 越趋近于1,则x隶属于 $A(x)$ 的程度越高;若 $A(x)$ 越趋近于0,则x隶属于 $A(x)$ 的程度越低;

[0023] 根据集合U中的所有数据x与模糊集 $A_1(x) \dots, A_N(x)$ 的对应关系,建立得到模糊化隶属度函数。

[0024] 进一步地,为了更好的实现本发明,所述对模糊化隶属度函数进行离散化、模糊化,将数据划分为模糊化隶属度函数中的各模糊集的等级值的步骤,包括:

[0025] 将所有传感器监测到的数据以及根据其未来变动趋势得到的数据按照建立的模糊化隶属度函数与模糊集一一对应后,将对应的数据模糊为具体的等级值。

[0026] 进一步地,为了更好的实现本发明,所述通过关联规则挖掘算法计算各模糊集的支持度和置信度,得到关联规则,根据关联规则推算山体安全系数的步骤,包括:

[0027] 利用生成的每种传感器的N个模糊集 $A_1(x) \dots, A_N(x)$ 分别计算每种传感器监测数据的支持度和置信度;

[0028] 使用支持度生成模糊集的频繁项集,使用置信度生成关联规则;

[0029] 结合每种传感器数据的关联规则,推算出山体安全系数。

[0030] 与现有技术相比,本发明的有益效果:

[0031] 本发明在获取传感器数据后进行了有效的分析和智能处理,充分利用所获得的数据,对数据进行可视化分析,并通过智能处理保留有效可靠的数据,分析数据将来趋势,以便系统对山体滑坡的可能性进行预测,也能一定程度上减少数据库和算法的负担,同时也提高了山体滑坡预测的合理性和准确性。

附图说明

[0032] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0033] 图1为本发明实施例中山体滑坡数据智能处理方法的流程图;

[0034] 图2为本发明实施例中七种传感器数据可视化示意图。

具体实施方式

[0035] 下面将结合本发明实施例中附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0036] 实施例1:

[0037] 本发明通过下述技术方案实现,基于传感器的山体滑坡数据智能处理的方法,如图1所示,包括以下步骤:

[0038] S100:获取设置在山体中的多种传感器的监测数据,并绘制可视化曲线。

[0039] 具体来说,本实施例获取设置在山体中的七种传感器的监测数据,所述七种传感器分别为温度传感器、含水量传感器、孔隙水压力传感器、土压力传感器、降雨量传感器、振动传感器、位移传感器,但实际中不限于上述传感器。根据传感器实时监测的数据,将其绘制为可视化的动态曲线,如图2所示,分别得到土壤温度-时间曲线、土壤含水量-时间曲线、孔隙水压力-时间曲线、土压力-时间曲线、降雨量-时间曲线、振动-时间曲线、位移-时间曲线,根据上述可视化动态曲线的走势,自动预测各类数据在未来的变动趋势,并将该变动趋势也按照可视化的动态曲线绘制出来。

[0040] S200:根据绘制出的可视化曲线,对数据进行过滤、筛选。

[0041] 本发明中传感器监测的数据量巨大,要对数据进行分析时,需要将所有的数据都进行全盘扫描,这样会增加工作业务量和时间,而且监测的初始数据中也会存在一些错误数据,因此会影响数据分析的准确性。传统的处理方法是将数据中出现频率较低的数据或最大值、最小值舍弃,这样在一定程度上会造成传感器真实数据的缺失。

[0042] 因此在本发明中需要对传感器的数据进行过滤、筛选,具体方法是:根据可视化的动态曲线及其未来变动趋势的曲线,使用插值算法对已知点的值计算未知点的近似值,根据已知点和未知点的关系可构造一个多项式函数。使用该多项式函数可模拟计算得到山体中任意高度、任意位置的相关传感数据。然后舍弃参数-时间曲线中曲线斜率较小,即变化不大的数据,保留曲线斜率较大,即变化较大的数据以及变化较大的数据的时间点前后的数据。本发明截取可视化曲线中变化较大的数据及其时间点前后的数据,可减少之后数据智能分析时需要扫描的数据,以及减少了大量的重复数据,这样可提高数据智能分析的效率,也保证了数据处理结果的真实性和准确性。

[0043] 需要说明的是,所述曲线斜率的大小可由实际情况确定,本实施例不对其大小进行限制。

[0044] 作为举例,山体中不同的位置设置有多个相同的含水量传感器,对每个不同位置的含水量-时间曲线进行分析,例如使用两个位置的曲线中的已知值可大概计算得到这两个位置附近或之间未知点的含水量,即可构造出一个多项式函数。利用该多项式函数可模拟计算出山体中任意高度、任意位置的含水量,并按照实际传感器数据的曲线绘制方式绘制出可视化的动态曲线。按照时间轴的走向,将一段时间内含水量不变的数据舍去,保留含水量变化较大的时间点前后的数据,进行下一步处理和分析。

[0045] S300:对过滤、筛选后的数据建立模糊化隶属度函数。

[0046] 所述模糊化隶属度函数是实现数据模糊化控制的一个重要环节,是将输入的确定数据值转换为相应的模糊变量值的过程,即将连续的具体数据转化成为离散的等级数据,如大、中、小这样的等级。在划分等级之前需要建立适合本次数据的模糊化隶属度函数,再根据建立的模糊化隶属度函数将各传感器数据划分为为不同的等级。

[0047] 建立模糊化隶属度函数的具体方式为:假设集合U为某种传感器所监测到的所有数据集合,x为集合U中的任意数据,即 $x \in U$,将该种传感器的数据分为N个等级的模糊集 $A_1(x) \dots, A_N(x)$,其中每个模糊集 $A(x) \subset [0,1]$,N为大于1的自然数。每个数据x都会对应某个模糊集A(x),若A(x)越趋近于1,则x隶属于A(x)的程度越高;若A(x)越趋近于0,则x隶属于A(x)的程度越低。根据集合U中的所有数据x与模糊集 $A_1(x) \dots, A_N(x)$ 的对应关系,即可建立得到模糊化隶属度函数。

[0048] 作为举例,假设含水量集合 $U \subset [0,99]$,任意取一个含水量数据 $x=40$,N取值为3,即将含水量集合U分为三个等级的模糊集 $A_1(x_1)$ 、 $A_2(x_2)$ 、 $A_3(x_3)$,分别表示含水量大、含水量中、含水量小,其中 $A_1(x_1) \subset [0,1]$ 、 $x_1 \subset [0,33]$ 、 $A_2(x_2) \subset [0,1]$ 、 $x_2 \subset (33,66]$ 、 $A_3(x_3) \subset [0,1]$ 、 $x_3 \subset (66,99]$ 。那么含水量 $x=40$ 属于区间 $x_2 \subset (33,66]$,即数据模糊集 $A_2(x_2)$,又因 $x=40$ 更趋近于 $x_2=33$,所以模糊集 $A_2(x_2)$ 越趋近于0,即该含水量 $x=40$ 属于模糊集 $A_2(x_2)$ 的程度越低。

[0049] 步骤S400:对模糊化隶属度函数进行离散化、模糊化,将数据划分为模糊化隶属度函数中各模糊集的等级值。

[0050] 根据步骤S300建立的模糊化隶属度函数,将所有传感器监测的数据进行离散化、模糊化,按照设定的等级将具体的数据值一一对应划分至模糊集中后,将所述具体的数据值按照等级值来表示。

[0051] 步骤S500:通过关联规则挖掘算法计算各模糊集的支持度和置信度,得到关联规则,根据关联规则推算山体安全系数。

[0052] 本步骤中所述关联规则挖掘算法是将各数据之间的关系用形如 $X \rightarrow Y$ 的蕴涵表达式来表示,其中X和Y是不相交的项集,关联规则的强度用支持度和置信度来度量,其中支持度用于确定关联规则中模糊集的频繁程度,即概率,置信度用于确定Y在包含X的模糊集中出现的频繁程度,即条件概率,支持度s和置信度c这两种度量的形式定义如下:

$$[0053] \quad s(X \rightarrow Y) = \frac{\sigma(X \cup Y)}{N}$$

$$[0054] \quad c(X \rightarrow Y) = \frac{\sigma(X \cup Y)}{\sigma(X)}$$

[0055] 作为举例,假设将七种传感器的数据都分为大、中、小三个等级,使用L、Z、S分别表示大、中、小,此时含水量大(W_L)、孔隙水压力小(P_S)、降雨量中(R_Z)三个参数之间的关系所对应的支持度可表示为:

$$[0056] \quad s(W_L, P_S, R_Z) = P[(W_L)(P_S)(R_Z)] = \frac{\text{number}[(W_L)(P_S)(R_Z)]}{\text{number}(\text{allsamples})}$$

[0057] 置信度可表示为:

$$[0058] \quad c(P_S, R_Z \rightarrow W_L) = P[(W_L)|(P_S)(R_Z)] = \frac{P[(W_L)(P_S)(R_Z)]}{P[(P_S)(R_Z)]}$$

[0059] 若计算得到支持度 $s(W_L, P_S, R_Z) = 30\%$, $c(P_S, R_Z \rightarrow W_L) = 75\%$, 则表示含水量大、孔隙水压力小、降雨量中这三个参数数据同时发生存在的概率为30%, 而当孔隙水压力小、降雨量中时, 含水量大的概率为75%。

[0060] 依照上述关联规则挖掘算法的计算方式, 设定S代表位移、V代表振动、G代表土压力、T代表温度、P代表孔隙水压力、R代表降雨量、W代表含水量, 可得到所有等级参数之间的支持度和置信度, 生成如表1所示的关联规则:

[0061]

关联规则	支持度	置信度
$P_S, R_Z \rightarrow W_L$	30%	75%

[0062]

$P_S, W_S, V_S \rightarrow S_Z$	20%	56%
$G_L, R_L \rightarrow S_L, P_S$	45%	55%
...

[0063] 表1

[0064] 进一步说明, 各传感器参数对山体滑坡的分析可以通过其余参数对某一参数的支持度和置信度侧面反映, 根据表1和图2所示的关联规则, 当发生振动时, 哪怕孔隙水压力和含水量都小, 也存在56%的概率发生位移, 即存在发生山体滑坡的可能性; 除此之外, 由于含水量对山体固有性质的内摩擦角和粘聚力有较大的影响, 因此也可以观察其余参数对含水量的支持度和置信度来推算山体安全系数, 该安全系数即可直观地表示山体的稳定性。

[0065] 步骤S600: 将得到的关联规则和山体安全系数生成智能报表, 得到智能处理后的直观数据, 如果山体安全系数偏低, 即发生山体滑坡的概率较大, 则可通过关联规则快速找到影响滑坡的因素, 并进行重点监测, 起到及时预警的作用。

[0066] 综上所述, 本发明在获取传感器数据后进行了有效的分析和智能处理, 充分利用所获得的数据, 对数据进行可视化分析, 并通过智能处理保留有效可靠的数据, 分析数据将来趋势, 以便系统对山体滑坡的可能性进行预测, 也能一定程度上减少数据库和算法的负担, 同时也提高了山体滑坡预测的合理性和准确性。

[0067] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已, 并不用于限制本发明, 对于本领域的技术人员来说, 本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

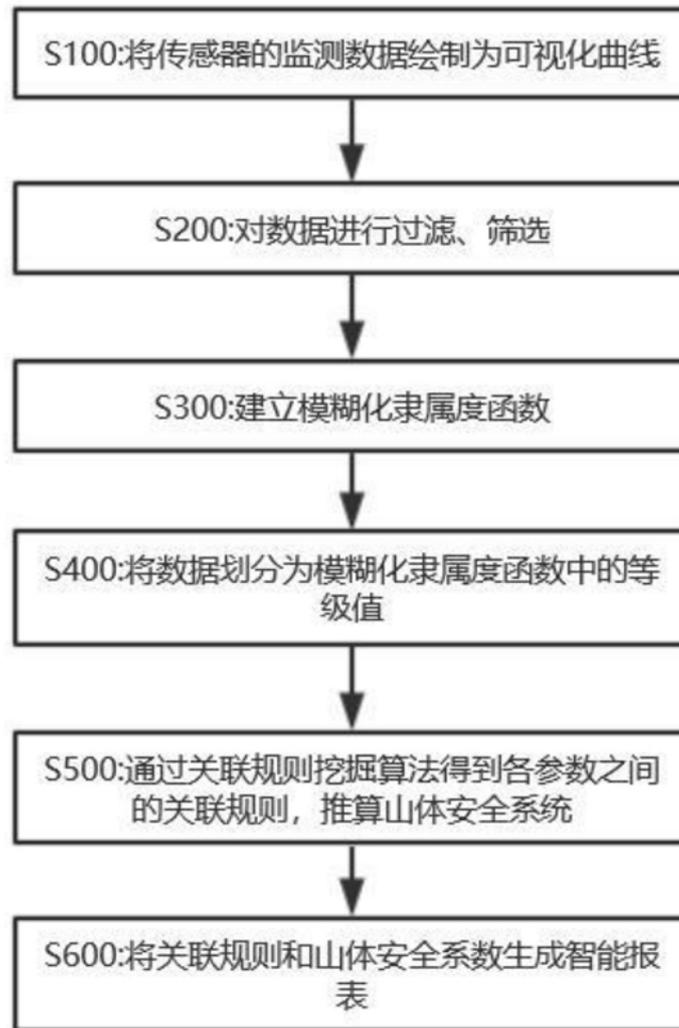


图1

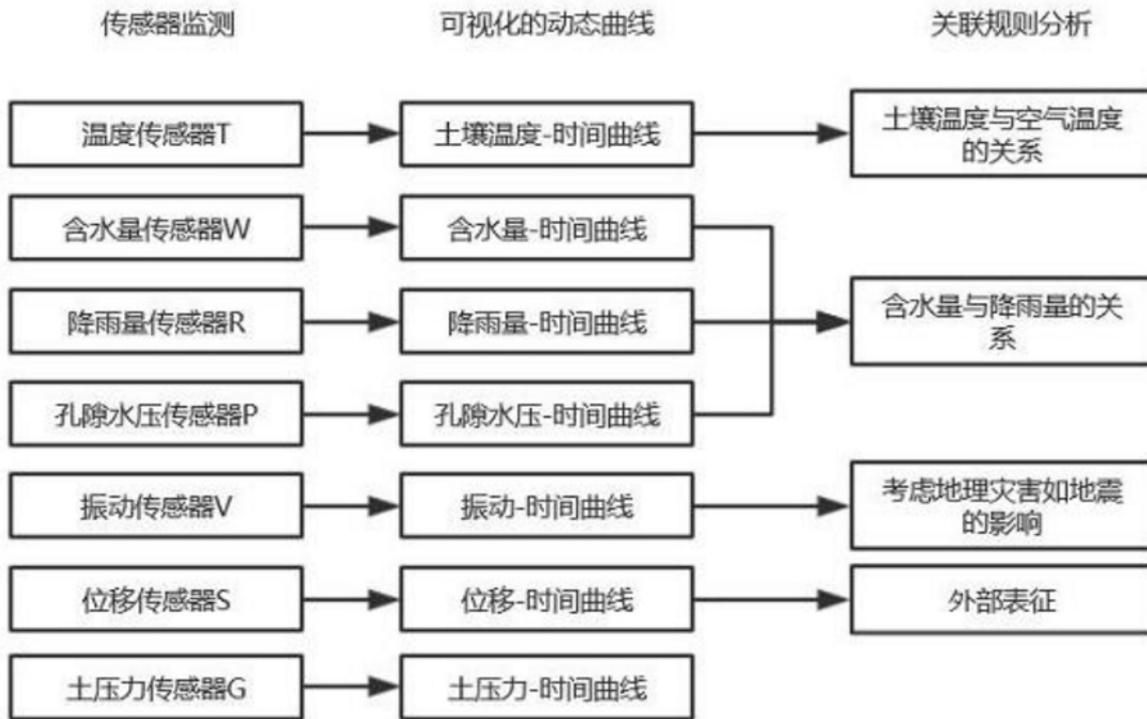


图2