



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 120595401 B

(45) 授权公告日 2025. 11. 11

(21) 申请号 202511094421.X

G06F 18/213 (2023.01)

(22) 申请日 2025.08.06

G06F 18/25 (2023.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 120595401 A

(56) 对比文件

CN 116822716 A, 2023.09.29

CN 118211053 A, 2024.06.18

(43) 申请公布日 2025.09.05

审查员 王蒙

(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粤海街道高新技术产业园南区粤兴一道18号  
香港理工大学产学研大楼205室

(72) 发明人 陈争卫 曾元江 陆嘉豪

(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务有限公司 44205

专利代理师 赵津

(51) Int. Cl.

G01W 1/10 (2006.01)

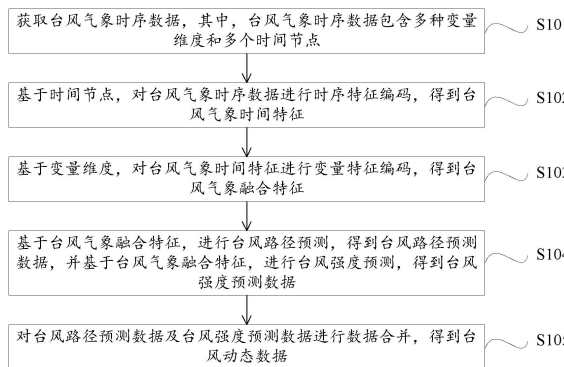
权利要求书2页 说明书14页 附图3页

(54) 发明名称

台风动态数据预测方法和装置、电子设备及存储介质

(57) 摘要

本申请实施例提供了一种台风动态数据预测方法和装置、电子设备及存储介质,属于台风预测技术领域。该方法包括:获取台风气象时序数据,其中,所述台风气象时序数据包含多种变量维度和多个时间节点;基于所述时间节点,对所述台风气象时序数据进行时序特征编码,得到台风气象时间特征;基于所述变量维度,对所述台风气象时间特征进行变量特征编码,得到台风气象融合特征;基于所述台风气象融合特征,进行台风路径预测,得到台风路径预测数据,并基于所述台风气象融合特征,进行台风强度预测,得到台风强度预测数据;对所述台风路径预测数据及所述台风强度预测数据进行数据合并,得到台风动态数据。本申请实施例能够提高台风动态数据的预测精度。



1. 一种台风动态数据预测方法,其特征在于,所述方法包括:
  - 获取台风气象时序数据,其中,所述台风气象时序数据包含多种变量维度和多个时间节点;
  - 基于所述时间节点,确定数据分割时间步长;
  - 基于所述数据分割时间步长,对所述台风气象时序数据进行时序划分,得到台风气象时序片段数据;
  - 对所述台风气象时序片段数据进行时间嵌入,得到台风气象时间嵌入向量;
  - 对所述台风气象时间嵌入向量进行位置编码添加,得到台风气象时空嵌入向量;
  - 基于所述台风气象时空嵌入向量,进行向量注意力加权处理,得到加权时空嵌入向量;
  - 基于所述台风气象时空嵌入向量,对所述加权时空嵌入向量进行向量优化,得到台风气象时间特征;
  - 基于所述变量维度,对所述台风气象时间特征进行特征映射,得到原始维度台风气象矩阵;
  - 对所述原始维度台风气象矩阵进行变量嵌入处理,得到台风气象变量嵌入向量;
  - 基于所述台风气象变量嵌入向量,进行特征提炼,得到台风气象融合特征;
  - 基于所述台风气象融合特征,进行台风路径预测,得到台风路径预测数据,并基于所述台风气象融合特征,进行台风强度预测,得到台风强度预测数据;
  - 对所述台风路径预测数据及所述台风强度预测数据进行数据合并,得到台风动态数据。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于所述台风气象时空嵌入向量,对所述加权时空嵌入向量进行向量优化,得到所述台风气象时间特征,包括:
  - 对所述台风气象时空嵌入向量及所述加权时空嵌入向量进行残差连接,得到台风气象时空优化向量;
  - 对所述台风气象时空优化向量进行正则化处理,得到所述台风气象时间特征。
3. 根据权利要求1-2任一项所述的方法,其特征在于,所述基于所述台风气象融合特征,进行台风路径预测,得到台风路径预测数据,包括:
  - 基于所述台风气象融合特征,进行台风经纬度预测,得到台风经纬度预测数据;
  - 基于所述台风经纬度预测数据,进行轨迹映射,得到所述台风路径预测数据。
4. 根据权利要求1-2任一项所述的方法,其特征在于,所述对所述台风路径预测数据及所述台风强度预测数据进行数据合并,得到台风动态数据,包括:
  - 对所述台风路径预测数据及所述台风强度预测数据进行数据拼接,得到台风预测拼接数据;
  - 对所述台风预测拼接数据进行时间排序,得到所述台风动态数据。
5. 一种台风动态数据预测装置,其特征在于,所述装置包括:
  - 气象数据获取模块,用于获取台风气象时序数据,其中,所述台风气象时序数据包含多种变量维度和多个时间节点;
  - 时序特征编码模块,用于基于所述时间节点,确定数据分割时间步长,基于所述数据分割时间步长,对所述台风气象时序数据进行时序划分,得到台风气象时序片段数据,对所述台风气象时序片段数据进行时间嵌入,得到台风气象时间嵌入向量,对所述台风气象时间

嵌入向量进行位置编码添加,得到台风气象时空嵌入向量,基于所述台风气象时空嵌入向量,进行向量注意力加权处理,得到加权时空嵌入向量,基于所述台风气象时空嵌入向量,对所述加权时空嵌入向量进行向量优化,得到台风气象时间特征;

变量特征编码模块,用于基于所述变量维度,对所述台风气象时间特征进行特征映射,得到原始维度台风气象矩阵,对所述原始维度台风气象矩阵进行变量嵌入处理,得到台风气象变量嵌入向量,基于所述台风气象变量嵌入向量,进行特征提炼,得到台风气象融合特征;

台风信息预测模块,用于基于所述台风气象融合特征,进行台风路径预测,得到台风路径预测数据,并基于所述台风气象融合特征,进行台风强度预测,得到台风强度预测数据;

台风信息合并模块,用于对所述台风路径预测数据及所述台风强度预测数据进行数据合并,得到台风动态数据。

6.一种电子设备,其特征在于,所述电子设备包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求1至4任一项所述的台风动态数据预测方法。

7.一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权利要求1至4中任一项所述的台风动态数据预测方法。

## 台风动态数据预测方法和装置、电子设备及存储介质

### 技术领域

[0001] 本申请涉及台风预测技术领域,尤其涉及一种台风动态数据预测方法和装置、电子设备及存储介质。

### 背景技术

[0002] 台风动态数据预测用于提前获知未来台风的动态信息,例如,台风中心位置、台风强度等,通过对台风动态数据进行预测,能够为防灾减灾决策提供关键依据。

[0003] 目前,常见的台风动态数据预测方法为深度学习方法,通过分析台风过去一段时间的信息,预测未来的台风动态数据,但是该深度学习方法台风由于处理的数据维度过少,导致预测的台风数据精准度较低,因此,如何提高台风动态数据的预测精准度,成为了亟待解决的技术问题。

### 发明内容

[0004] 本申请实施例的主要目的在于提出一种台风动态数据预测方法和装置、电子设备及存储介质,旨提高台风动态数据的预测精准度。

[0005] 为实现上述目的,本申请实施例的第一方面提出了一种台风动态数据预测方法,所述方法包括:

[0006] 获取台风气象时序数据,其中,所述台风气象时序数据包含多种变量维度和多个时间节点;

[0007] 基于所述时间节点,对所述台风气象时序数据进行时序特征编码,得到台风气象时间特征;

[0008] 基于所述变量维度,对所述台风气象时间特征进行变量特征编码,得到台风气象融合特征;

[0009] 基于所述台风气象融合特征,进行台风路径预测,得到台风路径预测数据,并基于所述台风气象融合特征,进行台风强度预测,得到台风强度预测数据;

[0010] 对所述台风路径预测数据及所述台风强度预测数据进行数据合并,得到台风动态数据。

[0011] 在一些实施例,所述基于所述时间节点,对所述台风气象时序数据进行时序特征编码,得到台风气象时间特征,包括:

[0012] 基于所述时间节点,确定数据分割时间步长;

[0013] 基于所述数据分割时间步长,对所述台风气象时序数据进行时空嵌入处理,得到台风气象时空嵌入向量;

[0014] 基于所述台风气象时空嵌入向量,进行向量注意力加权处理,得到加权时空嵌入向量;

[0015] 基于所述台风气象时空嵌入向量,对所述加权时空嵌入向量进行向量优化,得到所述台风气象时间特征。

[0016] 在一些实施例,所述基于所述数据分割时间步长,对所述台风气象时序数据进行时空嵌入处理,得到台风气象时空嵌入向量,包括:

[0017] 基于所述数据分割时间步长,对所述台风气象时序数据进行时序划分,得到台风气象时序片段数据;

[0018] 对所述台风气象时序片段数据进行时间嵌入,得到台风气象时间嵌入向量;

[0019] 对所述台风气象时间嵌入向量进行位置编码添加,得到所述台风气象时空嵌入向量。

[0020] 在一些实施例,所述基于所述台风气象时空嵌入向量,对所述加权时空嵌入向量进行向量优化,得到所述台风气象时间特征,包括:

[0021] 对所述台风气象时空嵌入向量及所述加权时空嵌入向量进行残差连接,得到台风气象时空优化向量;

[0022] 对所述台风气象优化向量进行正则化处理,得到所述台风气象时间特征。

[0023] 在一些实施例,所述基于所述变量维度,对所述台风气象时间特征进行变量特征编码,得到台风气象融合特征,包括:

[0024] 基于所述变量维度,对所述台风气象时间特征进行特征映射,得到原始维度台风气象矩阵;

[0025] 对所述原始维度台风气象矩阵进行变量嵌入处理,得到台风气象变量嵌入向量;

[0026] 基于所述台风气象变量嵌入向量,进行特征提炼,得到所述台风气象融合特征。

[0027] 在一些实施例,所述基于所述台风气象融合特征,进行台风路径预测,得到台风路径预测数据,包括:

[0028] 基于所述台风气象融合特征,进行台风经纬度预测,得到台风经纬度预测数据;

[0029] 基于所述台风经纬度预测数据,进行轨迹映射,得到所述台风路径预测数据。

[0030] 在一些实施例,所述对所述台风路径预测数据及所述台风强度预测数据进行数据合并,得到台风动态数据,包括:

[0031] 对所述台风路径预测数据及所述台风强度预测数据进行数据拼接,得到台风预测拼接数据;

[0032] 对所述台风预测拼接数据进行时间排序,得到所述台风动态数据。

[0033] 为实现上述目的,本申请实施例的第二方面提出了一种台风动态数据预测装置,所述装置包括:

[0034] 气象数据获取模块,用于获取台风气象时序数据,其中,所述台风气象时序数据包含多种变量维度和多个时间节点;

[0035] 时序特征编码模块,用于基于所述时间节点,对所述台风气象时序数据进行时序特征编码,得到台风气象时间特征;

[0036] 变量特征编码模块,用于基于所述变量维度,对所述台风气象时间特征进行变量特征编码,得到台风气象融合特征;

[0037] 台风信息预测模块,用于基于所述台风气象融合特征,进行台风路径预测,得到台风路径预测数据,并基于所述台风气象融合特征,进行台风强度预测,得到台风强度预测数据;

[0038] 台风信息合并模块,用于对所述台风路径预测数据及所述台风强度预测数据进行

数据合并,得到台风动态数据。

[0039] 为实现上述目的,本申请实施例的第三方面提出了一种电子设备,电子设备包括存储器和处理器,存储器存储有计算机程序,处理器执行计算机程序时实现上述第一方面的方法。

[0040] 为实现上述目的,本申请实施例的第四方面提出了一种计算机可读存储介质,计算机可读存储介质存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现上述第一方面的方法。

[0041] 本申请提出的台风动态数据预测方法和装置、电子设备及存储介质,其通过获取台风气象时序数据,并基于台风气象时序数据中的时间节点,对台风气象时序数据进行时序特征编码,得到台风气象时间特征,能够精准捕捉台风气象数据的时间演化规律,从而提升台风动态信息的预测准确性,再根据台风气象时序数据中的变量维度,对台风气象时间特征进行变量特征编码,得到台风气象融合特征,使得台风气象融合特征既可以表示气象特征与时间的关联关系,还能够表示气象数据各变量之间的耦合关系,进一步地,根据上述台风气象融合特征,分别进行台风路径预测及台风强度预测,可以得到台风路径预测数据及台风强度预测数据,再对台风路径预测数据及台风强度预测数据进行数据合并,得到台风动态数据,显著提升了台风动态信息的预测精准度,除此之外,还大幅缩短计算时间,提高了台风动态信息的预测时效性。

#### 附图说明

[0042] 图1是本申请实施例提供的台风动态数据预测方法的流程图;

[0043] 图2是图1中的步骤S102的流程图;

[0044] 图3是图2中的步骤S202的流程图;

[0045] 图4是图2中的步骤S204的流程图;

[0046] 图5是图1中的步骤S103的流程图;

[0047] 图6是图1中的步骤S104的流程图;

[0048] 图7是图1中的步骤S105的流程图;

[0049] 图8是本申请实施例提供的台风动态数据预测装置的结构示意图;

[0050] 图9是本申请实施例提供的电子设备的硬件结构示意图。

#### 具体实施方式

[0051] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本申请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用以解释本申请,并不用于限定本申请。

[0052] 需要说明的是,虽然在装置示意图中进行了功能模块划分,在流程图中示出了逻辑顺序,但是在某些情况下,可以以不同于装置中的模块划分,或流程图中的顺序执行所示出或描述的步骤。说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。

[0053] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中所使用的术语只是为了描述本申请实施例的目的,

不是旨在限制本申请。

[0054] 首先,对本申请中涉及的若干名词进行解析:

[0055] 台风动态数据预测系统:台风动态数据预测系统是一套将卫星、雷达、浮标等多源观测整理成连续时序数据,台风动态数据预测系统先通过时间编码捕捉台风移动节奏,再用变量编码刻画气压-风速耦合,随后一次性输出未来数十小时的经纬度和强度变化,最终把路径与强度结果拼接成可直接用于防灾指挥的完整时空序列的智能预测框架。

[0056] 变量维度:变量维度是指在台风数据中把经度、纬度、气压、风速等不同气象要素各自视为独立通道的维度轴,例如,在一条台风记录里,把“121.3°E、25.1°N、970hPa、40m/s”分别放在同一时刻的不同维度上,使模型能够沿这条轴单独处理并捕捉各要素之间的耦合关系与差异权重。

[0057] 人工智能(artificial intelligence, AI):是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学;人工智能是计算机科学的一个分支,人工智能企图了解智能的实质,并生产出一种新的能以人类智能相似的方式做出反应的智能机器,该领域的研究包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。人工智能可以对人的意识、思维的信息过程的模拟。人工智能还是利用数字计算机或者数字计算机控制的机器模拟、延伸和扩展人的智能,感知环境、获取知识并使用知识获得最佳结果的理论、方法、技术及应用系统。

[0058] 台风动态数据预测用于提前获知未来台风的动态信息,例如,台风中心位置、台风强度等,通过对台风动态数据进行预测,能够为防灾减灾决策提供关键依据。

[0059] 目前,常见的台风动态数据预测方法为数值天气预报方法或深度学习方法,其中,数值天气预报方法通过求解大气动力学和热力学方程组来预测天气,但是该数值天气预报方法由于需要处理大量的数据和复杂的方程,数值台风数据预报的计算时间较长,导致预测的台风数据时效性较差,深度学习方法则通过分析台风过去一段时间的信息,预测未来的台风动态数据,但是该深度学习方法台风由于处理的数据维度过少,导致预测的台风数据精准度较低,因此,如何提高台风动态数据的预测精准度,成为了亟待解决的技术问题。

[0060] 基于此,本申请实施例提供了一种台风动态数据预测方法和装置、电子设备及存储介质,旨在提高台风动态数据的预测精准度。

[0061] 本申请实施例提供的台风动态数据预测方法和装置、电子设备及存储介质,具体通过如下实施例进行说明,首先描述本申请实施例中的台风动态数据预测方法。

[0062] 本申请实施例可以基于人工智能技术对相关的数据进行获取和处理。其中,人工智能(Artificial Intelligence, AI)是利用数字计算机或者数字计算机控制的机器模拟、延伸和扩展人的智能,感知环境、获取知识并使用知识获得最佳结果的理论、方法、技术及应用系统。

[0063] 人工智能基础技术一般包括如传感器、专用人工智能芯片、云计算、分布式存储、大数据处理技术、操作/交互系统、机电一体化等技术。人工智能软件技术主要包括计算机视觉技术、机器人技术、生物识别技术、语音处理技术、自然语言处理技术以及机器学习/深度学习等几大方向。

[0064] 本申请实施例提供的台风动态数据预测方法,涉及台风预测技术领域。本申请实施例提供的台风动态数据预测方法可应用于终端中,也可应用于服务器端中,还可以是运

行于终端或服务器端中的软件。在一些实施例中,终端可以是智能手机、平板电脑、笔记本电脑、台式计算机等;服务器端可以配置成独立的物理服务器,也可以配置成多个物理服务器构成的服务器集群或者分布式系统,还可以配置成提供云服务、云数据库、云计算、云函数、云存储、网络服务、云通信、中间件服务、域名服务、安全服务、CDN以及大数据和人工智能平台等基础云计算服务的云服务器;软件可以是实现台风动态数据预测方法的应用等,但并不局限于以上形式。

[0065] 本申请可用于众多通用或专用的计算机系统环境或配置中。例如:个人计算机、服务器计算机、手持设备或便携式设备、平板型设备、多处理器系统、基于微处理器的系统、置顶盒、可编程的消费电子设备、网络PC、小型计算机、大型计算机、包括以上任何系统或设备的分布式计算环境等等。本申请可以在由计算机执行的计算机可执行指令的一般上下文中描述,例如程序模块。一般地,程序模块包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等等。也可以在分布式计算环境中实践本申请,在这些分布式计算环境中,由通过通信网络而被连接的远程处理设备来执行任务。在分布式计算环境中,程序模块可以位于包括存储设备在内的本地和远程计算机存储介质中。

[0066] 图1是本申请实施例提供的台风动态数据预测方法的一个可选的流程图,台风动态数据预测方法可以应用于台风动态数据预测系统,图1中的方法可以包括但不限于包括步骤S101至步骤S105。

[0067] 步骤S101,获取台风气象时序数据,其中,台风气象时序数据包含多种变量维度和多个时间节点;

[0068] 步骤S102,基于时间节点,对台风气象时序数据进行时序特征编码,得到台风气象时间特征;

[0069] 步骤S103,基于变量维度,对台风气象时间特征进行变量特征编码,得到台风气象融合特征;

[0070] 步骤S104,基于台风气象融合特征,进行台风路径预测,得到台风路径预测数据,并基于台风气象融合特征,进行台风强度预测,得到台风强度预测数据;

[0071] 步骤S105,对台风路径预测数据及台风强度预测数据进行数据合并,得到台风动态数据。

[0072] 本申请实施例所示意的步骤S101至步骤S105,通过获取台风气象时序数据,并基于台风气象时序数据中的时间节点,对台风气象时序数据进行时序特征编码,得到台风气象时间特征,能够精准捕捉台风气象数据的时间演化规律,从而提升台风动态信息的预测准确性,再根据台风气象时序数据中的变量维度,对台风气象时间特征进行变量特征编码,得到台风气象融合特征,使得台风气象融合特征既可以表示气象特征与时间的关联关系,还能够表示气象数据各变量之间的耦合关系,进一步地,根据上述台风气象融合特征,分别进行台风路径预测及台风强度预测,可以得到台风路径预测数据及台风强度预测数据,再对台风路径预测数据及台风强度预测数据进行数据合并,得到台风动态数据,显著提升了台风动态信息的预测精度,除此之外,还大幅缩短计算时间,提高了台风动态信息的预测时效性。

[0073] 在一些实施例的步骤S101中,台风气象时序数据是指按时间顺序排列、包含多种气象变量的台风观测序列,例如,过去72小时内每6小时记录的台风中心经度、纬度、最低气

压和最大风速。变量维度是指台风气象时序数据中不同气象变量各自对应的通道维度,例如,经度、纬度、气压、风速等。时间节点是指台风气象时序数据中每个气象变量的数据采样时刻,例如00:00、06:00、12:00等时刻。

[0074] 本申请实施例可以根据预先设定的台风气象数据采集时间间隔,对预先确定的台风采集对象进行经纬度、气压、风速等多种变量维度的数据采集,再将所采集到的零散的台风气象数据转化为统一、连续、可溯源的序列,即可得到台风气象时序数据,需要知道的是,若所采集到的台风气象数据中包含干扰数据或不精准的数据,还需要对台风气象数据进行去噪处理或数据清洗处理,以确保台风气象时序数据的准确性和可靠性。

[0075] 在一些实施例的步骤S102中,台风气象时间特征是指携带台风随时间变化规律的高维表征。

[0076] 本申请实施例可以根据时间节点设置好时间步长,再根据时间步长对台风气象时序数据进行时间特征的提取处理,即可得到可用于预测台风动态数据的台风气象时间特征。

[0077] 详细地,请参阅图2,在一些实施例中,步骤S102可以包括但不限于包括步骤S201至步骤S204:

[0078] 步骤S201,基于时间节点,确定数据分割时间步长;

[0079] 步骤S202,基于数据分割时间步长,对台风气象时序数据进行时空嵌入处理,得到台风气象时空嵌入向量;

[0080] 步骤S203,基于台风气象时空嵌入向量,进行向量注意力加权处理,得到加权时空嵌入向量;

[0081] 步骤S204,基于台风气象时空嵌入向量,对加权时空嵌入向量进行向量优化,得到台风气象时间特征。

[0082] 在一些实施例的步骤S201中,数据分割时间步长是指相邻两个时间节点之间的时间跨度,例如,在台风路径预报场景中,可以取6小时为一数据分割时间步长。

[0083] 本申请实施例中,需要知道的是,在台风预测中,数据分割时间步长的选择至关重要,因为数据分割时间步长直接影响模型对台风动态变化的捕捉能力,例如,如果选择的数据分割时间步长过长,可能会错过台风路径或强度的快速变化,如果数据分割时间步长过短,则会增加计算负担,通常,数据分割时间步长的选择基于台风气象时序数据的采集频率。例如,对于采集频率较频繁的台风气象时序数据,时间步长可以设置为1小时或更短,而对于采集频率较长的台风气象时序数据,时间步长可以设置为3小时或6小时。

[0084] 在一些实施例的步骤S202中,台风气象时空嵌入向量是指台风气象时序数据经过时空嵌入处理后得到的高维表征向量。

[0085] 本申请实施例可以利用预先构建的台风动态数据预测模型对台风气象时序数据进行时空嵌入处理,需要知道的是,该台风动态数据预测模型可以是TVFormer (temporal-variate Transformer,时序变量变换器)模型,还需要知道的是,台风动态数据预测模型包括时间特征提取子模型、变量特征提取子模型及特征解码子模型,其中,时间特征提取子模型用于对台风气象时序数据进行时空嵌入处理。

[0086] 本申请实施例中,时间特征提取子模型通过构建一个嵌入函数来实现时空嵌入处理,通过该嵌入函数可以将每个数据分割时间步长的多维度台风气象时序数据转换为一个

高维向量。

[0087] 详细地,请参阅图3,在一些实施例中,步骤S202可以包括但不限于包括步骤S301至步骤S303:

[0088] 步骤S301,基于数据分割时间步长,对台风气象时序数据进行时序划分,得到台风气象时序片段数据;

[0089] 步骤S302,对台风气象时序片段数据进行时间嵌入,得到台风气象时间嵌入向量;

[0090] 步骤S303,对台风气象时间嵌入向量进行位置编码添加,得到台风气象时空嵌入向量。

[0091] 在一些实施例的步骤S301中,台风气象时序片段数据是指根据数据分割时间步长,将台风气象时序数据划分为多个片段后所得到的数据,需要知道的是,每个台风气象时序片段数据包含了一定时间范围内台风的相关气象信息,如经度、纬度、气压、风速等,例如,将24小时的台风气象数据每6小时划分为一个片段,得到4个台风气象时序片段数据,每个台风气象时序片段数据记录了该6小时内台风的经度、纬度、气压、风速等信息。

[0092] 本申请实施例可以从台风气象时序数据的起始点开始,按照数据分割时间步长依次截取数据片段,以获取台风气象时序片段数据。

[0093] 需要知道的是,在台风气象时序片段数据的划分过程中,要确保每个台风气象时序片段数据的数据完整性和一致性,避免因数据缺失或异常导致台风气象时序片段数据质量下降。同时,要注意台风气象时序片段数据之间的连续性,以便后续能够准确地还原台风的变化过程。

[0094] 在一些实施例的步骤S302中,台风气象时间嵌入向量是指能够表征台风在时间维度上的变化规律和特征的向量,需要知道的是,该台风气象时间嵌入向量包含了台风气象时序数据在时间序列上的信息,如台风路径的变化趋势、强度的演变等。

[0095] 本申请实施例可以使用时间特征提取子模型中的循环神经网络或长短期记忆网络来对台风气象时序片段数据进行时间嵌入,从而将台风气象时序片段数据从原始的观测空间映射到一个高维的嵌入空间,转化为一个固定维度的向量表示,即台风气象时间嵌入向量。

[0096] 在一些实施例的步骤S303中,时间特征提取子模型通常包含位置编码模块,用于为台风气象时间嵌入向量添加位置信息,详细地,本申请实施例可以采用绝对位置编码或相对位置编码的方式进行位置编码添加,其中,绝对位置编码是直接为每个数据分割时间步长的位置索引编码为一个固定向量,相对位置编码则是考虑数据分割时间步长之间的相对距离,强调台风气象时序数据中元素之间的相对位置关系。

[0097] 本申请实施例所示意的步骤S301至步骤S303,通过合理确定数据分割时间步长并对台风气象时序数据进行时序划分,能够精准地将连续的台风气象时序数据转化为多个台风气象时序片段数据,提升台风动态数据预测的时效性和精细度,其次,对台风气象时序片段数据进行时间嵌入,可充分挖掘台风气象时序片段数据中的时间依赖关系,得到能够表征台风动态变化的台风气象时间嵌入向量,从而增强时间特征提取子模型对台风复杂行为的理解能力,最后,通过时间特征提取子模型为台风气象时间嵌入向量添加位置编码,从而将时间嵌入向量转化为融合时间和空间特征的台风气象时空嵌入向量,使台风动态数据预测模型能够更好地理解和利用时空特征进行台风动态数据的预测。

[0098] 在一些实施例的步骤S203中,加权时空嵌入向量是指对时空嵌入向量各维度赋予不同权重,且进行相加之后的多维表征向量。

[0099] 本申请实施例可以通过对台风气象时空嵌入向量进行时间注意力计算,得到向量注意力权重,再根据向量注意力权重,对台风气象时空嵌入向量进行向量加权,得到加权时空嵌入向量。

[0100] 在一些实施例的步骤S204中,可以通过对加权时空嵌入向量进行残差连接以及正则化处理,以达到优化加权时空嵌入向量的目的,从而提高台风气象时间特征的准确性及可靠性。

[0101] 详细地,请参阅图4,在一些实施例中,步骤S204可以包括但不限于包括步骤S401至步骤S402:

[0102] 步骤S401,对台风气象时空嵌入向量及加权时空嵌入向量进行残差连接,得到台风气象时空优化向量;

[0103] 步骤S402,对台风气象优化向量进行正则化处理,得到台风气象时间特征。

[0104] 在一些实施例的步骤S401中,台风气象时空优化向量是指保留台风气象时空嵌入向量的信息的向量。

[0105] 本申请实施例通过将台风气象时空嵌入向量和加权时空嵌入向量进行逐元素相加,可以实现台风气象时空嵌入向量和加权时空嵌入向量的残差连接,例如,在时间特征提取子模型中,经过时间嵌入和位置编码得到的台风气象时空嵌入向量的维度为 $[batch\_size, sequence\_length, embed\_dim]$ ,经过注意力加权处理后的加权时空嵌入向量的维度也为 $[batch\_size, sequence\_length, embed\_dim]$ ,进一步地,将这两个维度相等的台风气象时空嵌入向量和加权时空嵌入向量进行逐元素相加,可以得到台风气象时空优化向量,其维度同样为 $[batch\_size, sequence\_length, embed\_dim]$ 。

[0106] 在一些实施例的步骤S402中,可以在时间特征提取子模型进行模型训练的过程中加入正则化项以实现台风气象优化向量的正则化处理,从而达到限制模型参数的复杂度,防止时间特征提取子模型过拟合,提高台风气象时间特征的准确率的目的。

[0107] 本申请实施例所示意的步骤S401至步骤S402,通过残差连接整合台风气象时空嵌入向量与加权时空嵌入向量,能够保留并强化台风气象时空嵌入向量中的关键时空特征,生成更具表达力的时空优化向量,提升时间特征提取子模型对台风动态事的捕捉能力,进一步地,对台风气象优化向量进行正则化处理,能够进一步精炼特征,去除冗余与噪声信息,增强时间特征提取子模型的泛化能力,确保在不同台风场景下稳定输出高精度时间特征,从而提高了台风动态数据的预测精准度。

[0108] 本申请实施例所示意的步骤S201至步骤S204,根据时间节点,确定数据分割时间步长,能够精准地将连续台风气象时序数据划分为多个片段,从而提升台风预测的时效性,基于数据分割时间步长,对台风气象时序数据进行时空嵌入处理,可充分挖掘台风气象时序数据中的时间和空间特征,得到能够表征台风动态变化的台风气象时空嵌入向量,进一步地,对台风气象时空嵌入向量进行向量注意力加权处理,使得模型可以聚焦于台风气象时空嵌入向量的关键特征并抑制无关特征,从而提升台风动态数据预测的准确性,最后,通过向量优化精炼加权时空嵌入向量,能够去除冗余信息,提高加权时空嵌入向量的表征能力和泛化性能,从而得到更高效、更具代表性的台风气象时间特征,为台风动态数据的精准

预测提供有力支持,增强了台风动态数据预测的可靠性和实用性。

[0109] 在一些实施例的步骤S103中,台风气象融合特征是指把台风气象时间特征与变量特征编码结果融合后的统一表征。

[0110] 本申请实施例可以根据变量维度对台风气象时间特征进行特征映射,生成与原始变量维度一致的矩阵,再对该矩阵进行变量嵌入处理得到台风气象变量嵌入向量,最后基于该台风气象变量嵌入向量进行特征提炼得到台风气象融合特征。

[0111] 详细地,请参阅图5,在一些实施例中,步骤S103可以包括但不限于包括步骤S501至步骤S503:

[0112] 步骤S501,基于变量维度,对台风气象时间特征进行特征映射,得到原始维度台风气象矩阵;

[0113] 步骤S502,对原始维度台风气象矩阵进行变量嵌入处理,得到台风气象变量嵌入向量;

[0114] 步骤S503,基于台风气象变量嵌入向量,进行特征提炼,得到台风气象融合特征。

[0115] 在一些实施例的步骤S501中,原始维度台风气象矩阵是指将台风气象时间特征映射回台风气象时序数据的变量维度之后形成的矩阵,原始维度台风气象矩阵包含台风在不同时间点的经度、纬度、气压、风速等气象数据。

[0116] 本申请实施例中,可以通过预先训练好的变量特征提取子模型对台风气象时间特征进行特征映射,具体地,变量特征提取子模型可以通过构建一个映射函数来实现特征映射,该映射函数可以是线性的或非线性的,具体形式取决于台风气象时间特征的特性。例如,假设台风气象时间特征是一个64维的向量,而变量维度是4(经度、纬度、气压、风速),则可以通过一个映射函数将64维的特征向量映射回4维的原始维度台风气象矩阵。

[0117] 在一些实施例的步骤S502中,台风气象变量嵌入向量是指将原始维度台风气象矩阵中的每个变量映射到高维空间后,形成的能够表征台风气象特征的向量表示。

[0118] 本申请实施例中,对原始维度台风气象矩阵进行变量嵌入处理的方法与上述步骤S202的方法类似,可以通过模型训练过程中构建的嵌入函数对原始维度台风气象矩阵中的每种变量特征进行嵌入,具体地,嵌入函数能够将每种变量特征的取值映射到一个固定维度的向量空间中,从而形成台风气象变量嵌入向量。

[0119] 在一些实施例的步骤S503中,可以通过变量特征提取子模型中预先构建的前馈神经网络对台风气象变量嵌入向量进行特征提取,以得到台风气象初始融合特征,进一步地,再通过对台风气象初始融合特征进行残差连接及正则化处理,得到台风气象融合特征。

[0120] 本申请实施例所示意的步骤S501至步骤S503,通过将台风气象时间特征按变量维度映射回原始维度台风气象矩阵,为变量嵌入奠定可解释基础,其次,对原始维度台风气象矩阵进行变量嵌入,可以将原始维度台风气象矩阵中的经度、纬度、气压、风速等变量映射到高维空间,从而明确变量间的耦合关系,进而生成语义更丰富的台风气象变量嵌入向量,最后,对台风气象变量嵌入向量进行特征提炼,可以剔除台风气象变量嵌入向量中的冗余信息、强化关键信息,从而输出台风气象融合特征,可以明确多个维度对台风动态数据的影响,使得台风动态数据预测模型在台风动态数据的预测上更精准、更鲁棒。

[0121] 在一些实施例的步骤S104中,台风路径预测数据是指未来各时刻台风的中心经纬度序列,例如,经度 $121.3^{\circ}\text{E}$ 、纬度 $25.1^{\circ}\text{N}$ 等位置点。台风强度预测数据是指未来各时刻台风

的气压与风速序列,例如,气压970hPa、风速40m/s等数值。

[0122] 本申请实施例先以台风气象融合特征直接回归台风的未来经纬度,再逐点将经纬度映射成连续轨迹,即得台风路径预测数据,同时,以台风气象融合特征直接回归台风的未来气压、风速等数据,再逐点将气压、风速等数据映射成连续强度信息,即可得到台风强度预测数据。

[0123] 详细地,请参阅图6,在一些实施例中,步骤S104中基于台风气象融合特征,进行台风路径预测,得到台风路径预测数据,可以包括但不限于包括步骤S601至步骤S602:

[0124] 步骤S601,基于台风气象融合特征,进行台风经纬度预测,得到台风经纬度预测数据;

[0125] 步骤S602,基于台风经纬度预测数据,进行轨迹映射,得到台风路径预测数据。

[0126] 在一些实施例的步骤S601中,台风经纬度预测数据是指未来某一时刻台风中心位置的经度和纬度的数值,例如,121.3°E、25.1°N等坐标点数值。

[0127] 本申请实施例可以仿射变换和激活函数,将台风气象融合特征映射至低维空间,得到低维特征向量,需要知道的是,该低维空间对应未来一段时间内的经纬度信息,因此,台风动态数据预测模型的特征解码子模型可以根据低维特征向量预测台风的经纬度信息,即台风经纬度预测数据。

[0128] 在一些实施例的步骤S602中,可以通过将上述多个离散的台风经纬度预测数据视作带时间戳的观测序列,先用样条插值把台风经纬度预测数据之间的时间间隔细化为更小的间隔,保持轨迹的曲率连续,再对插值后的台风经纬度预测数据做分段圆弧拟合,使得整条路径满足地球大圆航线约束,避免直线穿越陆地或高山的物理不合理性,可以得到台风路径预测数据。

[0129] 本申请实施例所示意的步骤S601至步骤S602,根据台风气象融合特征,进行台风经纬度预测,确保得到的台风经纬度预测数据中每一点都携带完整时空信息,再经轨迹映射把台风经纬度预测数据平滑为连续台风路径,即台风路径预测数据,能够实现高精度、高分辨率且计算轻量的台风路径预测,从而提高了台风动态数据的预测精准度。

[0130] 需要知道的是,上述基于台风气象融合特征,进行台风强度预测,得到台风强度预测数据的方法,与基于台风气象融合特征,进行台风路径预测,得到台风路径预测数据的方法类似,故此不赘述。

[0131] 在一些实施例的步骤S105中,台风动态数据是指将路径预测数据与强度预测数据按时间步合并后的完整时空状态序列,例如,一个 $24 \times 4$ 矩阵,其中每行包含台风在某一未来时刻的经度、纬度、气压、风速。

[0132] 本申请实施例可以通过将台风路径预测数据和台风强度预测数据沿变量维度的数轴拼接成一张预测时间节点数量 $\times$ 变量维度数量的矩阵,进一步地,再将该矩阵按时间轴排序,即得完整的台风动态数据。

[0133] 详细地,请参阅图7,在一些实施例中,步骤S105中基于台风气象融合特征,进行台风路径预测,得到台风路径预测数据,可以包括但不限于包括步骤S701至步骤S702:

[0134] 步骤S701,对台风路径预测数据及台风强度预测数据进行数据拼接,得到台风预测拼接数据;

[0135] 步骤S702,对台风预测拼接数据进行时间排序,得到台风动态数据。

[0136] 在一些实施例的步骤S701中,台风预测拼接数据是指将台风路径预测数据与台风强度预测数据沿变量维度拼接而成的二维矩阵,例如,每行包含[经度,纬度,气压,风速]共4列、24行的合并矩阵。

[0137] 本申请实施例可以通过将台风路径预测数据中的经度、纬度等数据列与台风强度预测数据中的气压、风速等数据列进行并列处理,从而形成一个二维的矩阵数据,即台风预测拼接数据。

[0138] 在一些实施例的步骤S702中,可以根据上述台风预测拼接数据中每一行或每一列自带的时间戳进行升序排列,得到标注的台风动态数据。

[0139] 本申请实施例所示意的步骤S701至步骤S702,通过对台风路径预测数据与台风路径预测数据进行数据拼接,形成完整的台风预测拼接数据,能够确保台风预测拼接数据中的每一行数据同时携带路径位置与强度信息,进一步地,对台风预测拼接数据进行时间排序,获得高分辨率、无跳变的台风动态数据,可以实现从离散点到连续时空轨迹的递进构建,从而压缩了台风动态数据预测过程中的信息损耗,提高了台风动态数据预测的直观性。

[0140] 本申请一实施例中,以台风“海葵”为例,首先,通过收集台风“海葵”每小时经纬度、中心气压、最大风速的72小时连续观测数据作为台风气象时序数据,接着按预先设定的6小时步长将该台风气象时序数据编码成台风气象时间特征,再根据经度、纬度、气压、风速四个变量维度,对台风气象时间特征分别进行四种维度的变量嵌入,并输出高维的台风气象融合特征,随后用该台风气象融合特征一次性回归未来24小时的经纬度,得到台风路径预测数据,并同步输出对应时刻的最低气压与最大风速,即台风强度预测数据,最后将上述台风路径预测数据和台风强度预测数据两组数据合并,可以生成一条涵盖台风中心位置与台风强度演变的完整台风动态数据,进而可直接将该台风动态数据用于台风风力预警决策。

[0141] 本申请通过获取台风气象时序数据,并基于台风气象时序数据中的时间节点,对台风气象时序数据进行时序特征编码,得到台风气象时间特征,能够精准捕捉台风气象数据的时间演化规律,从而提升台风动态信息的预测准确性,再根据台风气象时序数据中的变量维度,对台风气象时间特征进行变量特征编码,得到台风气象融合特征,使得台风气象融合特征既可以表示气象特征与时间的关联关系,还能够表示气象数据各变量之间的耦合关系,进一步地,根据上述台风气象融合特征,分别进行台风路径预测及台风强度预测,可以得到台风路径预测数据及台风强度预测数据,再对台风路径预测数据及台风强度预测数据进行数据合并,得到台风动态数据,显著提升了台风动态信息的预测精准度,除此之外,还大幅缩短计算时间,提高了台风动态信息的预测时效性。

[0142] 请参阅图8,本申请实施例还提供一种台风动态数据预测装置,可以实现上述台风动态数据预测方法,该装置包括:

[0143] 气象数据获取模块801,用于获取台风气象时序数据,其中,台风气象时序数据包含多种变量维度和多个时间节点;

[0144] 时序特征编码模块802,用于基于时间节点,对台风气象时序数据进行时序特征编码,得到台风气象时间特征;

[0145] 变量特征编码模块803,用于基于变量维度,对台风气象时间特征进行变量特征编码,得到台风气象融合特征;

[0146] 台风信息预测模块804,用于基于台风气象融合特征,进行台风路径预测,得到台风路径预测数据,并基于台风气象融合特征,进行台风强度预测,得到台风强度预测数据;

[0147] 台风信息合并模块805,用于对台风路径预测数据及台风强度预测数据进行数据合并,得到台风动态数据。

[0148] 该台风动态数据预测装置的具体实施方式与上述台风动态数据预测方法的具体实施例基本相同,在此不再赘述。

[0149] 本申请实施例还提供了一种电子设备,电子设备包括存储器和处理器,存储器存储有计算机程序,处理器执行计算机程序时实现上述台风动态数据预测方法。该电子设备可以为包括平板电脑、车载电脑等任意智能终端。

[0150] 请参阅图9,图9示意了另一实施例的电子设备的硬件结构,电子设备包括:

[0151] 处理器901,可以采用通用的CPU(CentralProcessingUnit,中央处理器)、微处理器、应用专用集成电路(ApplicationSpecificIntegratedCircuit,ASIC)、或者一个或多个集成电路等方式实现,用于执行相关程序,以实现本申请实施例所提供的技术方案;

[0152] 存储器902,可以采用只读存储器(ReadOnlyMemory,ROM)、静态存储设备、动态存储设备或者随机存取存储器(RandomAccessMemory,RAM)等形式实现。存储器902可以存储操作系统和其他应用程序,在通过软件或者固件来实现本说明书实施例所提供的技术方案时,相关的程序代码保存在存储器902中,并由处理器901来调用执行本申请实施例的台风动态数据预测方法;

[0153] 输入/输出接口903,用于实现信息输入及输出;

[0154] 通信接口904,用于实现本设备与其他设备的通信交互,可以通过有线方式(例如USB、网线等)实现通信,也可以通过无线方式(例如移动网络、WIFI、蓝牙等)实现通信;

[0155] 总线905,在设备的各个组件(例如处理器901、存储器902、输入/输出接口903和通信接口904)之间传输信息;

[0156] 其中处理器901、存储器902、输入/输出接口903和通信接口904通过总线905实现彼此之间在设备内部的通信连接。

[0157] 本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现上述台风动态数据预测方法。

[0158] 存储器作为一种非暂态计算机可读存储介质,可用于存储非暂态软件程序以及非暂态性计算机可执行程序。此外,存储器可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非暂态存储器,例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非暂态固态存储器件。在一些实施方式中,存储器可选包括相对于处理器远程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至该处理器。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0159] 本申请实施例提供的台风动态数据预测方法、台风动态数据预测装置、电子设备及存储介质,其通过获取台风气象时序数据,其中,台风气象时序数据包含多种变量维度和多个时间节点,基于时间节点,对台风气象时序数据进行时序特征编码,得到台风气象时间特征,基于变量维度,对台风气象时间特征进行变量特征编码,得到台风气象融合特征,基于台风气象融合特征,进行台风路径预测,得到台风路径预测数据,并基于台风气象融合特征,进行台风强度预测,得到台风强度预测数据,对台风路径预测数据及台风强度预测数据

进行数据合并,得到台风动态数据。

[0160] 本申请实施例描述的实施例是为了更加清楚的说明本申请实施例的技术方案,并不构成对于本申请实施例提供的技术方案的限制,本领域技术人员可知,随着技术的演变和新应用场景的出现,本申请实施例提供的技术方案对于类似的技术问题,同样适用。

[0161] 本领域技术人员可以理解的是,图中示出的技术方案并不构成对本申请实施例的限制,可以包括比图示更多或更少的步骤,或者组合某些步骤,或者不同的步骤。

[0162] 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,其中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,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模块来实现本实施例方案的目的。

[0163] 本领域普通技术人员可以理解,上文中所公开方法中的全部或某些步骤、系统、设备中的功能模块/单元可以被实施为软件、固件、硬件及其适当的组合。

[0164] 本申请的说明书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”等(如果存在)是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本申请的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0165] 应当理解,在本申请中,“至少一个(项)”是指一个或者多个,“多个”是指两个或两个以上。“和/或”,用于描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,“A和/或B”可以表示:只存在A,只存在B以及同时存在A和B三种情况,其中A,B可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“以下至少一项(个)”或其类似表达,是指这些项中的任意组合,包括单项(个)或复数项(个)的任意组合。例如,a,b或c中的至少一项(个),可以表示:a,b,c,“a和b”,“a和c”,“b和c”,或“a和b和c”,其中a,b,c可以是单个,也可以是多个。

[0166] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,上述单元的划分,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。所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0167] 上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。

[0168] 另外,在本申请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。

[0169] 集成的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,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括多指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本申请各个实施例的方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(Read-Only Memory,简称ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory,简称RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序的介质。

[0170] 以上参照附图说明了本申请实施例的优选实施例,并非因此局限本申请实施例的权利范围。本领域技术人员不脱离本申请实施例的范围和实质内所作的任何修改、等同替换和改进,均应在本申请实施例的权利范围之内。

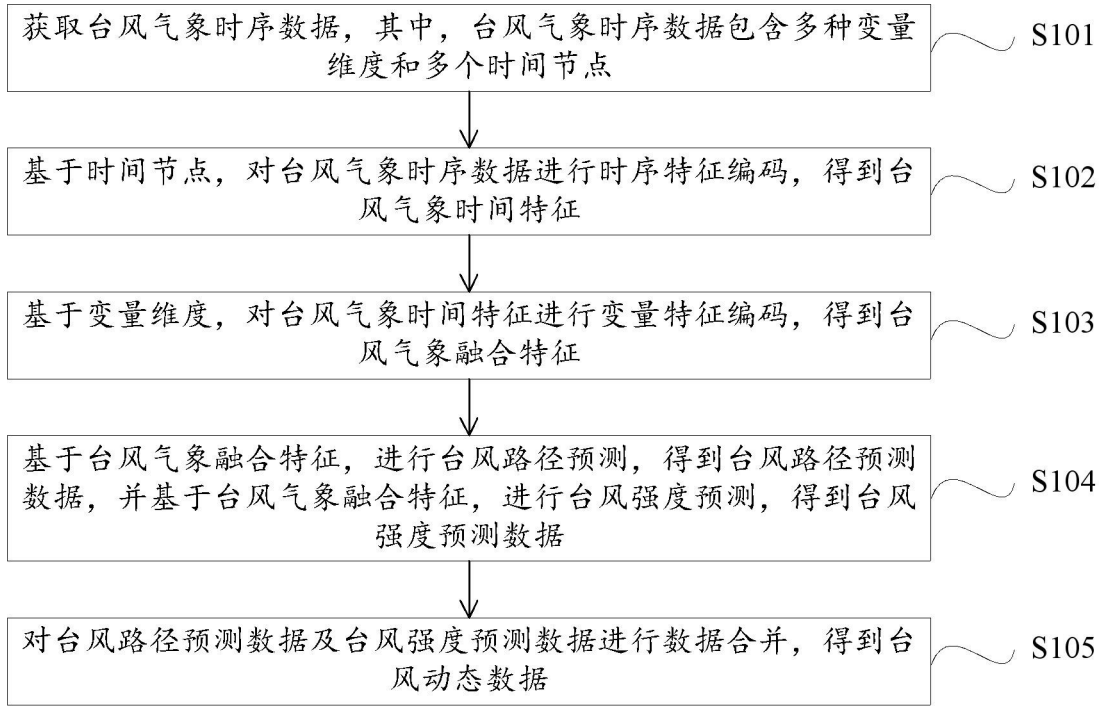


图1

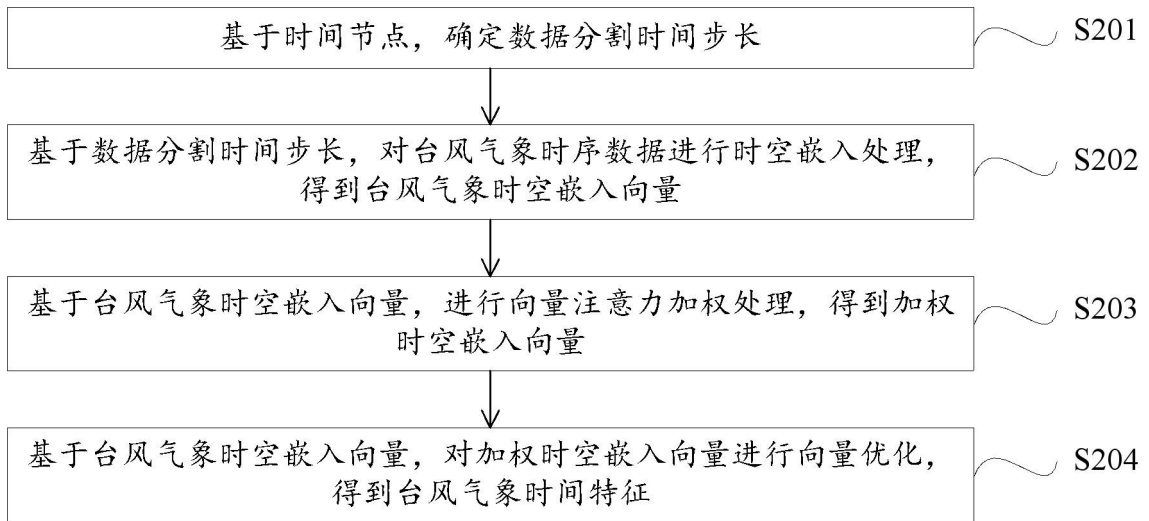


图2

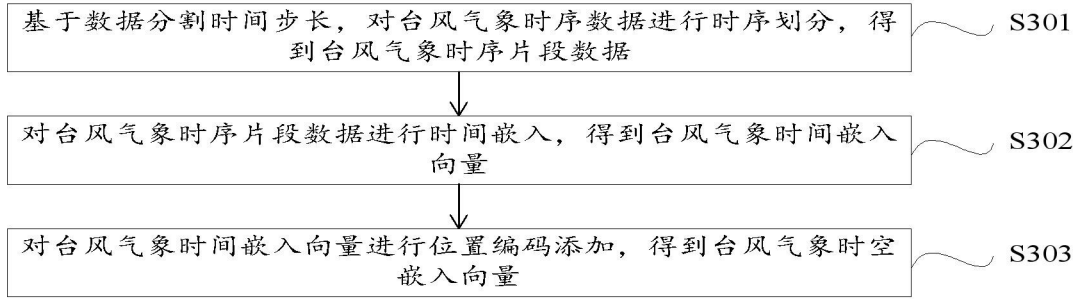


图3

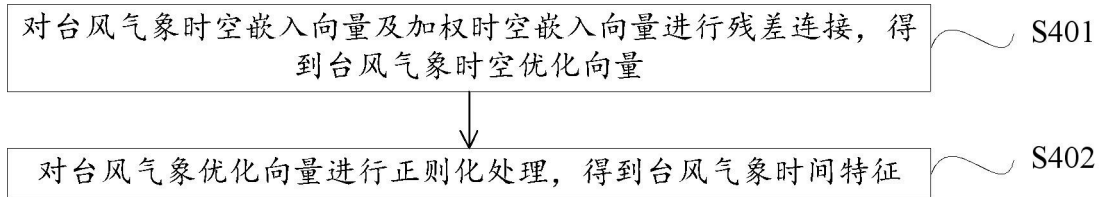


图4

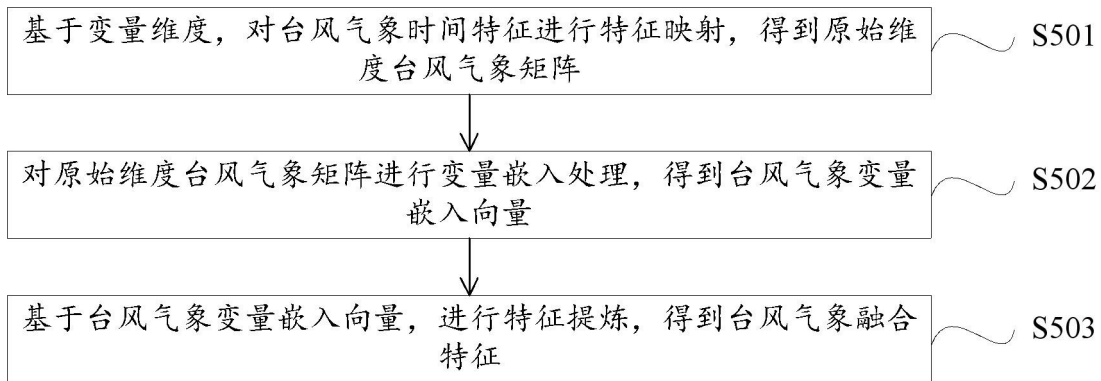


图5

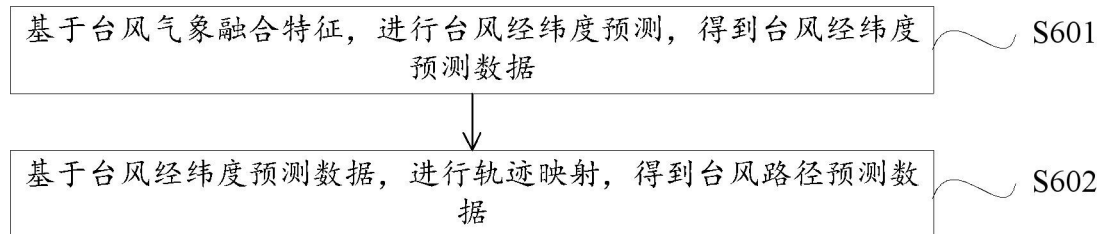


图6



图7

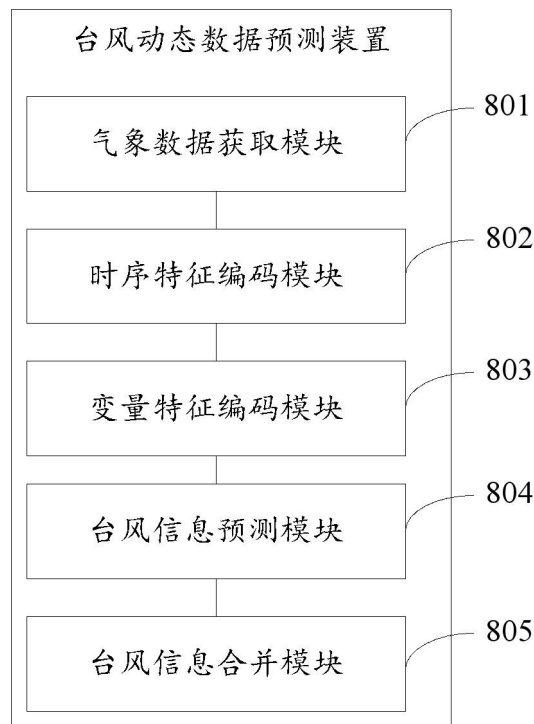


图8

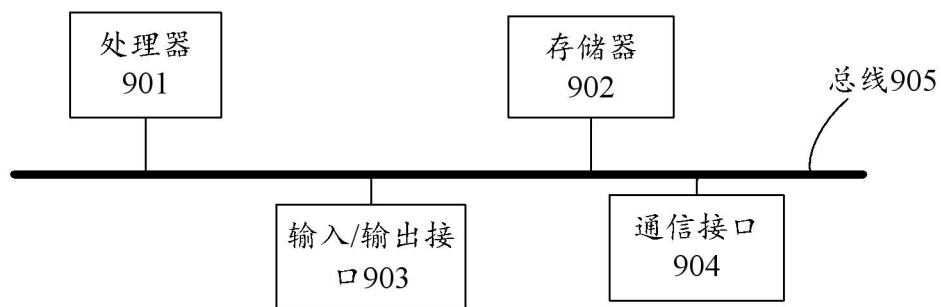


图9