



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107808552 B

(45)授权公告日 2020.04.21

(21)申请号 201711053273.2

(22)申请日 2017.10.27

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107808552 A

(43)申请公布日 2018.03.16

(73)专利权人 中航信移动科技有限公司
地址 101318 北京市顺义区后沙峪镇裕民大街7号

(72)发明人 王殿胜 刘昊 薄满辉 唐红武
陈晓宇

(74)专利代理机构 北京瑞思知识产权代理事务
所(普通合伙) 11341
代理人 王宝玲

(51)Int.Cl.
G08G 5/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 106651108 A,2017.05.10,
CN 101572019 A,2009.11.04,
CN 104484717 A,2015.04.01,
CN 105303896 A,2016.02.03,
CN 102819966 A,2012.12.12,
US 9569959 B1,2017.02.14,
Lishuai Li Et al..Anomaly detection
via a Gaussian Mixture Model for flight
operation and safety monitoring.
《Transportation Research Part C: Emerging
Technologies》.2016,第64卷第45-57页.
殷允楠.空中交通流量统计预测技术研究.
《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技
II辑》.2011,(第6期),第C031-160页.

审查员 凌辰

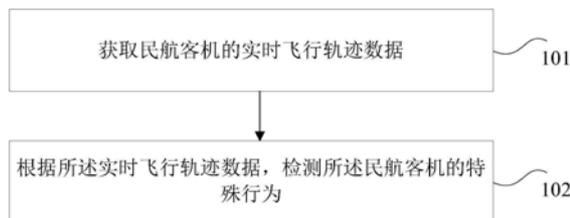
权利要求书2页 说明书9页 附图1页

(54)发明名称

航班行为检测方法和装置

(57)摘要

本发明提供了一种航班行为检测方法和装置,其中,该方法包括:获取民航客机的实时飞行轨迹数据;根据所述实时飞行轨迹数据,检测所述民航客机的特殊行为。本发明解决了现有的无法有效提前得知航班延误情况而导致的用户体验较低的技术问题,达到了提高用户体验的技术效果。



1. 一种航班行为检测方法,其特征在于,包括:
获取民航客机的实时飞行轨迹数据;
根据所述实时飞行轨迹数据,检测所述民航客机的特殊行为;
在获取民航客机的实时飞行轨迹数据之前,所述方法还包括:
获取所述民航客机对应航班的历史轨迹数据;
对所述历史轨迹数据这些数据进行离散化处理;
在离散化处理之后,将相邻的落入同一网格的数据点进行去重操作,得到一条或多条常规航行路线,一个网格的数据点对应一个经纬度位置。
2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述特殊行为包括以下至少之一:偏航、备降、返航、盘旋。
3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述实时飞行轨迹数据包括以下至少之一:时间、经纬度、高度。
4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,获取民航客机的实时飞行轨迹数据,包括:
获取所述民航客机的实时飞行轨迹数据、空管报文数据,其中,所述空管报文数据包括以下至少之一:航班号、出发点机场代码、目的地机场代码、备降机场信息、返航信息。
5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,根据所述实时飞行轨迹数据,检测所述民航客机的特殊行为,包括:
将所述实时飞行轨迹路线与所述常规航行路线进行对比,以确定所述民航客机是否发生偏航。
6. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,根据所述实时飞行轨迹数据,检测所述民航客机的特殊行为,包括:
在确定所述民航客机出现偏航情况之后,确定民航客机所在的位置;
确定与所述民航客机所在位置最近的预定个数个机场,或者,确定所述民航客机所在航线中历史备降次数最多的预定个数个机场;
将确定出的所述预定个数个机场作为所述民航客机的备降机场。
7. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,根据所述实时飞行轨迹数据,检测所述民航客机的特殊行为,包括:
根据所述实时飞行轨迹数据,确定在预设时间窗内飞行轨迹的第一个点和最后一个点;
计算所述第一个点与出发机场和到达机场之间的经纬度距离;
计算所述最后一个点与出发机场和到达机场之间的经纬度距离;
当在所述预设时间窗内,航班距出发机场距离减小且距目的机场距离增大时,确定民航客机正在盘旋。
8. 一种航班行为检测装置,其特征在于,包括:
第一获取模块,用于获取民航客机的实时飞行轨迹数据;
检测模块,用于根据所述实时飞行轨迹数据,检测所述民航客机的特殊行为;
第二获取模块,用于在获取民航客机的实时飞行轨迹数据之前,获取所述民航客机对应航班的历史轨迹数据;
确定模块,用于对所述历史轨迹数据进行挖掘,确定出对应于所述航班的一条或多条

常规航行路线；

所述确定模块包括：

离散化单元，用于对所述历史轨迹数据这些数据进行离散化处理；

去重单元，用于在离散化处理之后，将相邻的落入同一网格的数据点进行去重操作，得到一条或多条常规航行路线，一个网格的数据点对应一个经纬度位置。

9. 如权利要求8所述的装置，其特征在于，所述特殊行为包括以下至少之一：偏航、备降、返航、盘旋。

10. 如权利要求8所述的装置，其特征在于，所述实时飞行轨迹数据包括以下至少之一：时间、经纬度、高度。

11. 如权利要求8所述的装置，其特征在于，所述第一获取模块具体用于获取所述民航客机的实时飞行轨迹数据、空管报文数据，其中，所述空管报文数据包括以下至少之一：航班号、出发点机场代码、目的地机场代码、备降机场信息、返航信息。

12. 如权利要求8所述的装置，其特征在于，所述检测模块具体用于将所述实时飞行轨迹路线与所述常规航行路线进行对比，以确定所述民航客机是否发生偏航。

13. 如权利要求8所述的装置，其特征在于，所述检测模块包括：

第一确定单元，用于在确定所述民航客机出现偏航情况之后，确定民航客机所在的位置；

第二确定单元，用于确定与所述民航客机所在位置最近的预定个数个机场，或者，确定所述民航客机所在航线中历史备降次数最多的预定个数个机场；

生成单元，用于将确定出的所述预定个数个机场作为所述民航客机的备降机场。

14. 如权利要求8所述的装置，其特征在于，所述检测模块包括：

第三确定单元，用于根据所述实时飞行轨迹数据，确定在预设时间窗内飞行轨迹的第一个点和最后一个点；

第一计算单元，用于计算所述第一个点与出发机场和到达机场之间的经纬度距离；

第二计算单元，用于计算所述最后一个点与出发机场和到达机场之间的经纬度距离；

第四确定单元，用于当在所述预设时间窗内，航班距出发机场距离减小且距目的机场距离增大时，确定民航客机正在盘旋。

航班行为检测方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及航空技术领域,特别涉及一种航班行为检测方法和装置。

背景技术

[0002] 飞机作为较为常见的交通工具,由于空中飞行的自由度远远高于陆地交通,与民航客机相关的时间往往比陆地交通的时间分布更加离散且难以预测。然而,对于机场的保障人员、接送机人而言,航班相关时间的预测(尤其是正在飞行的航班的到达时间)是很有必要的。

[0003] 在时间预测的相关研究中,对于不正常航班(尤其是备降、返航的航班)的预测,往往比较困难。当航班发生备降和返航时,航班需要临时降落在与原目的地不同的机场,这既要求新的目的机场临时调整停机位、保障人员等资源的分配,又会影响乘机人、接机人等的计划,因此,对这种特殊行为的确认必然是越早越好。

[0004] 在实际情况中,机场可以通过空管指令来确认,但空管指令偶尔会发生变化,再考虑到人员操作的失误率,无法保证完全准确。然而,对于处在原目的地的接机人来说,很难提前得到通知,一般的有航班动态的APP通常在航班已经落在备降机场时才会触发状态的更新。

[0005] 针对现有的无法提前预测不正常航班相关时间的问题,目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0006] 本发明实施例提供了一种航班行为检测方法,以达到实时确定航班异常行为,对异常进行及时处理以便提升用户体验的目的,该方法包括:

[0007] 获取民航客机的实时飞行轨迹数据;

[0008] 根据所述实时飞行轨迹数据,检测所述民航客机的特殊行为。

[0009] 在一个实施方式中,所述特殊行为包括以下至少之一:偏航、备降、返航、盘旋。

[0010] 在一个实施方式中,所述实时飞行轨迹数据包括以下至少之一:时间、经纬度、高度。

[0011] 在一个实施方式中,获取民航客机的实时飞行轨迹数据,包括:获取所述民航客机的实时飞行轨迹数据、空管报文数据,其中,所述空管报文数据包括以下至少之一:航班号、出发点机场代码、目的地机场代码、备降机场信息、返航信息。

[0012] 在一个实施方式中,在获取民航客机的实时飞行轨迹数据之前,所述方法还包括:

[0013] 获取所述民航客机对应航班的历史轨迹数据;

[0014] 对所述历史轨迹数据进行挖掘,确定出对应于所述航班的一条或多条常规航行路线。

[0015] 在一个实施方式中,对所述历史轨迹数据进行挖掘,确定出对应于所述航班的一条或多条常规航行路线,包括:

- [0016] 对所述历史轨迹数据这些数据进行离散化处理；
- [0017] 在离散化处理之后，将相邻的落入同一网格的数据点进行去重操作，得到一条或多条常规航行路线，一个网格的数据点对应一个经纬度位置。
- [0018] 在一个实施方式中，根据所述实时飞行轨迹数据，检测所述民航客机的特殊行为，包括：
- [0019] 将所述实时飞行轨迹路线与所述常规航行路线进行对比，以确定所述民航客机是否发生偏航。
- [0020] 在一个实施方式中，根据所述实时飞行轨迹数据，检测所述民航客机的特殊行为，包括：
- [0021] 在确定所述民航客机出现偏航情况之后，确定民航客机所在的位置；
- [0022] 确定与所述民航客机所在位置最近的预定个数个机场，或者，确定所述民航客机所在航线中历史备降次数最多的预定个数个机场；
- [0023] 将确定出的所述预定个数个机场作为所述民航客机的备降机场。
- [0024] 在一个实施方式中，根据所述实时飞行轨迹数据，检测所述民航客机的特殊行为，包括：
- [0025] 根据所述实时飞行轨迹数据，确定在预设时间窗内飞行轨迹的第一个点和最后一个点；
- [0026] 计算所述第一个点与出发机场和到达机场之间的经纬度距离；
- [0027] 计算所述最后一个点与出发机场和到达机场之间的经纬度距离；
- [0028] 当在所述预设时间窗内，航班距出发机场距离减小且距目的机场距离增大时，确定民航客机正在盘旋。
- [0029] 本发明实施例还提供了一种航班行为检测装置，以达到实时确定航班异常行为，对异常进行及时处理以便提升用户体验的目的，该装置包括：
- [0030] 第一获取模块，用于获取民航客机的实时飞行轨迹数据；
- [0031] 检测模块，用于根据所述实时飞行轨迹数据，检测所述民航客机的特殊行为。
- [0032] 在一个实施方式中，所述特殊行为包括以下至少之一：偏航、备降、返航、盘旋。
- [0033] 在一个实施方式中，所述实时飞行轨迹数据包括以下至少之一：时间、经纬度、高度。
- [0034] 在一个实施方式中，所述第一获取模块具体用于获取所述民航客机的实时飞行轨迹数据、空管报文数据，其中，所述空管报文数据包括以下至少之一：航班号、出发点机场代码、目的地机场代码、备降机场信息、返航信息。
- [0035] 在一个实施方式中，上述装置还包括：第二获取模块，用于在获取民航客机的实时飞行轨迹数据之前，获取所述民航客机对应航班的历史轨迹数据；
- [0036] 确定模块，用于对所述历史轨迹数据进行挖掘，确定出对应于所述航班的一条或多条常规航行路线。
- [0037] 在一个实施方式中，所述确定模块包括：
- [0038] 离散化单元，用于对所述历史轨迹数据这些数据进行离散化处理；
- [0039] 去重单元，用于在离散化处理之后，将相邻的落入同一网格的数据点进行去重操作，得到一条或多条常规航行路线，一个网格的数据点对应一个经纬度位置。

[0040] 在一个实施方式中,所述检测模块具体用于将所述实时飞行轨迹路线与所述常规航行路线进行对比,以确定所述民航客机是否发生偏航。

[0041] 在一个实施方式中,所述检测模块包括:第一确定单元,用于在确定所述民航客机出现偏航情况之后,确定民航客机所在的位置;第二确定单元,用于确定与所述民航客机所在位置最近的预定个数个机场,或者,确定所述民航客机所在航线中历史备降次数最多的预定个数个机场;生成单元,用于将确定出的所述预定个数个机场作为所述民航客机的备降机场。

[0042] 在一个实施方式中,所述检测模块包括:第三确定单元,用于根据所述实时飞行轨迹数据,确定在预设时间窗内飞行轨迹的第一个点和最后一个点;第一计算单元,用于计算所述第一个点与出发机场和到达机场之间的经纬度距离;第二计算单元,用于计算所述最后一个点与出发机场和到达机场之间的经纬度距离;第四确定单元,用于当在所述预设时间窗内,航班距出发机场距离减小且距目的机场距离增大时,确定民航客机正在盘旋。

[0043] 在本发明实施例中,获取民航客机的实时飞行轨迹数据;根据实时飞行轨迹数据,检测所述民航客机的特殊行为,通过上述方式可以及时发现航班的异常行为,从而可以提前确定出航班可能的延误情况,解决了现有的无法有效提前得知航班延误情况而导致的用户体验较低的技术问题,达到了提高用户体验的技术效果。

附图说明

[0044] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,并不构成对本发明的限定。在附图中:

[0045] 图1是根据本发明实施例的航班行为检测方法的方法流程图;

[0046] 图2是根据本发明实施例的常规航线示意图;

[0047] 图3是根据本发明实施例的航班行为检测装置的结构框图。

具体实施方式

[0048] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合实施方式和附图,对本发明做进一步详细说明。在此,本发明的示意性实施方式及其说明用于解释本发明,但并不作为对本发明的限定。

[0049] 本发明实施例提供了一种航班行为检测方法,如图1所示,可以包括如下步骤:

[0050] S101:获取民航客机的实时飞行轨迹数据;

[0051] 其中,实时飞行轨迹数据可以包括但不限于以下至少之一:时间、经纬度、高度。

[0052] S102:根据所述实时飞行轨迹数据,检测所述民航客机的特殊行为。

[0053] 其中,特殊行为可以包括但不限于以下至少之一:偏航、备降、返航、盘旋。

[0054] 为了实现对航班异常行为的确定,不仅可以根据实时飞行轨迹数据确定,还可以结合空管报文数据等等,从而使得判断更为全面。其中,空管报文数据可以包括但不限于以下至少之一:航班号、出发点机场代码、目的地机场代码、备降机场信息、返航信息。

[0055] 考虑到异常和正常是一个相对的概念,为了确定出是否存在异常,可以先确定正常航班应该对应的路线,进行比对后,就可以确定出航班异常。为此,在获取民航客机的实时飞行轨迹数据之前,可以获取所述民航客机对应航班的历史轨迹数据;对所述历史轨迹

数据进行挖掘,确定出对应于所述航班的一条或多条常规航行路线。

[0056] 具体的,对所述历史轨迹数据进行挖掘,确定出对应于所述航班的一条或多条常规航行路线,可以包括:对所述历史轨迹数据这些数据进行离散化处理;在离散化处理之后,将相邻的落入同一网格的数据点进行去重操作,得到一条或多条常规航行路线,一个网格的数据点对应一个经纬度位置。

[0057] 相应的,根据所述实时飞行轨迹数据,检测所述民航客机的特殊行为,可以包括:将所述实时飞行轨迹路线与所述常规航行路线进行对比,以确定所述民航客机是否发生偏航。

[0058] 针对可能存在的备降情况,在确定所述民航客机出现偏航情况之后,可以确定民航客机所在的位置;确定与所述民航客机所在位置最近的预定个数个机场,或者,确定所述民航客机所在航线中历史备降次数最多的预定个数个机场;可以将确定出的所述预定个数个机场作为所述民航客机的备降机场。

[0059] 针对如何确定航班是否盘旋,可以是按照如下步骤确定的:

[0060] S1:根据所述实时飞行轨迹数据,确定在预设时间窗内飞行轨迹的第一个点和最后一个点;

[0061] S2:计算所述第一个点与出发机场和到达机场之间的经纬度距离;

[0062] S3:计算所述最后一个点与出发机场和到达机场之间的经纬度距离;

[0063] S4:当在所述预设时间窗内,航班距出发机场距离减小且距目的机场距离增大时,确定民航客机正在盘旋。

[0064] 下面结合一个具体实施例对上述航班行为检测方法进行说明,然而值得注意的是,该具体实施例仅是为了更好地说明本申请,并不构成对本申请的不当限定。

[0065] 在本例中,针对民航客机的偏航、备降、返航、盘旋等特殊行为,提出一种航班特殊行为的实时检测方法,基于一种相对更容易获取的数据:民航客机的位置信息(即,实时的飞行轨迹),以离线挖掘民航常规航路为出发点,以流式数据计算的形式进行部署,以实现为民航空域中正在执飞的航班的全程监控。通过将轨迹挖掘技术应用于民航业务,以分析航班的飞行轨迹,并使用流式计算处理航班的实时位置数据,以保证检测的实时性。

[0066] 具体的,利用民航客机的实时轨迹,对飞行过程中的特殊行为进行检测。其中,特殊行为可以包括:偏航、备降、返航、盘旋等。通过对这些特殊行为的实时检测,并及时通知外部系统,可以达到丰富航班状态、提升时间相关预测系统的精确度的目的,进而提高机场的生产效率以及普通旅客、接送机人的出行体验。

[0067] 所用到的数据可以包括:航班轨迹数据、空管备降报文、返航报文。其中,航班轨迹数据可以包括:时间、经纬度、高度等飞机实时状态,空管报文可以包括:航班号、计划出发/目的机场代码、备降/返航目标等内容。

[0068] 基于上述数据,可以执行如下内容:

[0069] 1) 民航航路的离散化表达以及常规航路挖掘;

[0070] 2) 基于常规航路,对航班的偏航行为进行实时检测;

[0071] 3) 通过对二维空间的划分及一些几何计算,对航班的备降、返航行为进行实时检测,对空管备降、返航报文进行实时验证;

[0072] 4) 对航班盘旋行为进行实时检测,以及在一定误差范围内对盘旋航班恢复航行时

间进行预测。

[0073] 其中,除上述1)是对历史数据进行离线挖掘外,上述2)、3)、4)均为实时计算,可以满足航空公司、机场、普通旅客等客户实时获取航班信息的要求。

[0074] 在本例中,对数据的处理可以是选用Spark和python等进行MapReduce分布式处理,实时计算平台选用Spark Streaming框架,通过Kafka和ActiveMQ两种消息队列分别进行实时数据的收发,利用Redis实现必要的缓存与系统解耦。

[0075] 其中,实时数据的计算模式可以为:收集基于时间窗的流式数据,即,每分钟收集并处理过去几分钟内所有空中航班的位置数据。

[0076] 下面对上述几个方案进行具体说明:

[0077] 1) 民航航路的离散化表达以及常规航路挖掘

[0078] 民航客机的航行路线可以由静态的导航点确定,两个机场间航班的航行路线在二维经纬度空间中基本确定,且航路宽度一般不超过20公里。基于此,在导航点数据未知的情况下,可以利用航班历史轨迹数据对常规航路进行挖掘,将航班历史轨迹数据作为衡量航班是否正常航行的依据。

[0079] 考虑到常规航路固有的宽度,可以降低经纬度数据的精度,取经纬度数据的1位或2位有效数字,从而达到在不影响航路表达的前提下,缩减数据量。这种方法近似于将经纬度空间网格化,落在一个网格的位置点均由该网格来代表,通过这一网格化方法,实现了航路的离散化表达。

[0080] 具体的,可以收集历史上每一个航线的正常(非备降、返航、取消)航班的轨迹数据,对这些数据进行离散化处理,在离散化处理之后,将相邻的落入同一网格的数据点进行去重操作,得到简化的历史航路。当然,对于同一航线而言,可以存在多个常规航路。如图2所示,展示了重庆-乌鲁木齐航线某天的全部正常航班的轨迹,可以明显看出同一航线有多条常规航路。直观上离散航路的重合点比例低于某一阈值即可判定为两条不同的航路。可以采用LCS(最长公共子序列)距离来刻画不同航路间的距离,将两两航路间计算出的LCS距离应用于DB-SCAN聚类算法,对每个航线上的多条历史航路进行聚类,得到任意航线的任意条常规航路。

[0081] 2) 航班偏航实时检测

[0082] 偏航是航班典型的异常行为之一,可以基于上述挖掘出的静态常规航路,实时检测航班的偏航行为。

[0083] 例如,可以每分钟收集过去3分钟的位置数据,首先,通过Spark Streaming的combineByKey函数将各个数据点按航班班次(例如:日期-航班号-出发地-到达地)进行归集,得到以班次为主键、以航班在当前时间窗内的位置点数组为值的map型数据,然后,将每个班次的位置数据点按时间先后进行排序,并进行采样处理。

[0084] 在采样处理之后,可以查找每个采样点与不同静态航路中最近的点,计算出它们在经纬度空间中的距离:dist_nearest_grid,从而可以定位到当前航班正处在哪一个静态航路中,并可以借助预设的阈值与距离之间的大小关系判断当前航班是否已经偏航。

[0085] 进一步,可以根据各采样点的dist_nearest_grid在当前时间窗内的变化趋势,定义出更复杂的航班行为:距离一直处在较小的水平,则认为航班正常,从低水平变化到高水平则正在发生偏航,从高水平变化到低水平则正在恢复到某常规航路,一直处在高水平则

正处在偏航状态中。

[0086] 由于基于时间窗的计算每分钟都在进行,后续时间窗的计算经常需要用到当前班次前面的状态,为此,可以使用Redis进行状态的缓存。对于状态为偏航的航班,比正常航行的航班更可能发生备降、返航等异常行为。

[0087] 3) 航班备降/返航实时检测、空管备降/返航报文实时验证

[0088] 航班的备降、返航也是航班常见的非正常行为。基于航班的实时位置数据,可以利用高度刚好降为0时的经纬度来判断当前航班实际降落到了哪个机场,然而,这个方案产生结论的时间过晚,无论是对准备对备降飞机进行保障的备降机场,还是对在原目的地准备接机的用户,这种信息延时都是难以接受的。

[0089] 考虑到这个问题,在本例中提出了一种航班备降、返航的实时检测,在航班飞行的过程中尽早判断是否将要备降、返航。此外,由于人员操作以及天气、机场等因素随时变化等随机性因素,空管的备降、返航报文偶尔会出现误报,本例中结合了航班的位置信息实时检测的方式,实现了对空管备降、返航报文的实时验证。

[0090] 针对确定出的偏航航班,在本例中提出了一种候选备降地的选择方法,具体的,可以利用kd树算法对二维的经纬度空间进行划分,该方法可以实现——给定空间中任何一个点,可以在常数时间找到与当前点最近的n个机场作为候选备降地,也可以基于当前航线的历史备降统计数据,选取当前航线历史中备降最多的n个机场作为候选备降地。对于收到了空管备降、返航报文的航班,候选备降地考虑报文中给定的机场即可。

[0091] 在本例中,可以每分钟收集过去三分钟的航班轨迹数据并按班次进行归集、采样,然后,按照预设规则判定航班的备降、返航:

[0092] 1) 收到空管的备降返航报文,且时间窗内的最后第一个点至最后一个点形成的向量与第一个点指向报文中备降地的夹角cos值大于阈值(例如:阈值为0.95);

[0093] 2) 收到空管的备降返航报文,且相对于报文中备降地的高度差和水平距离均小于阈值(例如,阈值为高度1000米,水平经纬度100公里),且高度差和距离满足一定条件(水平距离(米)/高度差 >9);

[0094] 3) 没有收到空管报文,但在由地理位置和历史数据确定的候选被降地列表中,存在高度差、水平距离满足上述2)中判定条件的备降地。

[0095] 其中,通过上述方式1)来选择备降地可以大幅提前备降、返航的判定时间,生效比例远大于方式2)和3),方式2)和3)相对较晚,属于较为谨慎的策略,可以提高整个方案的召回率。

[0096] 其中,备降和返航产生的航班临时状态,可以使用redis进行缓存,此外,可以将判定结果通过消息队列告知外部系统,触发外部系统的计算。

[0097] 4) 航班盘旋实时检测

[0098] 航班的盘旋行为会严重影响对航班到达时间的预测的准确性,且会影响机场和旅客的体验,可以按照如下方式对盘旋行为进行实时检测:

[0099] 通过对航班正常航行路线的观察,假设有一个从出发地指向目的地的向量,除去出发、到达机场周围的固定航路外,整个航路点按时间顺序在这个向量上的投影点永远由出发地指向目的地。那么根据这一特性,在本例中提出了一种有效检测盘旋的方法,具体的,基于时间窗,出去出发地、目的地机场周围50公里,针对时间窗内轨迹的第一个点和最

后一个点,分别计算它们与出发、到达机场的经纬度的距离,当某时间窗内航班距出发机场距离减小且距目的机场距离增大时,可判定当前航班正在盘旋。

[0100] 因为盘旋行为的恢复时间将严重影响航班的到达时间,因此,还可以对盘旋恢复时间进行预测。通过时间窗内相邻数据点可以算出方向变化,可以将第一个方向大于角度阈值的点作为开始盘旋的时刻和位置,并据此提取出盘旋轨迹,使用盘旋轨迹进行经纬度空间内圆形的拟合,得到圆形的圆心和半径,利用当前速度可以预测恢复的时间,如果预测得到的盘旋结果为一个圈且近似是圆形的情况下,可以认为预测结果是准确的。

[0101] 对于拟合得到的圆形,如果半径过大,则通常表明延原路返回,但是无法预测恢复时间,有一定的返航几率,但不能作为判断规则。

[0102] 在上例中,使用网格化技术将二维平面中的轨迹点进行离散化处理以表示飞机的航行路线,然后,通过LCS距离刻画轨迹距离,然后,使用聚类算法挖掘常规航路。进一步的,基于飞行轨迹的流式数据,在时间窗内对航班偏航、备降、返航、盘旋行为进行实时检测;根据实时位置、飞行方向、与备降候选地的水平距离及高度差等信息,进行航班备降、返航行为的判定,以及基于几何形状,拟合得到盘旋恢复的时间。

[0103] 该方式不需要使用导航点经纬度信息等敏感数据,只需要利用历史轨迹数据即可挖掘出任意航线的常规航路,不使用机场、航司的核心数据,只利用航班的位置信息即可实时检测出航班的特殊行为,及时反馈给民航各系统,以及普通旅客。在一定程度上不需要依赖于空管备降、返航报文,就可以尽早推断出航班的备降、返航趋势,对于已经发出的空管报文,可以进行验证,从而提高信息的准确性。该方法可以为外部系统提供具有极高实时性的信息,可以被应用于多种系统,例如:机场运营、航班到达时间预测系统等等。

[0104] 上述的流式数据计算的框架不限于Spark Streaming,也可以采用Storm等,消息队列不限于Kafka、ActiveMQ,也可以采用RabbitMQ等,缓存系统不限于Redis,也可以采用HBase、MemCached等。上例中的路径离散化可以直接在经纬度值上取1位和2位有效数字,实际操作上可以将经纬度坐标映射成实际距离,例如:公里数等,同样可以实现对路径点的离散化。路径间的距离除了LCS之外,还可以编辑距离、欧氏距离等不同的度量方式,此外,路径间的距离与路径间的相似度互为对偶,刻画的实际意义相同,其他关于路径的相似度度量和距离度量都是可以被构想的。聚类算法不限于DB-SCAN,K-means等,其它的具备算法也可以达到该目的。上述所涉及的各种阈值的选取,可以根据实际情况选取和设置,在不改变指标算法的前提下,可以根据需要随意选择。任何备降、返航信息,例如:航空公司官网、民航各单位运营数据,普通旅客使用的app等,本质上与空管报文性质类似,都可以使用的。

[0105] 基于同一发明构思,本发明实施例中还提供了一种航班行为检测装置,如下面的实施例所述。由于航班行为检测装置解决问题的原理与航班行为检测方法相似,因此航班行为检测装置的实施可以参见航班行为检测方法的实施,重复之处不再赘述。以下所使用的,术语“单元”或者“模块”可以实现预定功能的软件和/或硬件的组合。尽管以下实施例所描述的装置较佳地以软件来实现,但是硬件,或者软件和硬件的组合的实现也是可能并被构想的。图3是本发明实施例的航班行为检测装置的一种结构框图,如图3所示,可以包括:第一获取模块301和检测模块302,下面对该结构进行说明。

[0106] 第一获取模块301,用于获取民航客机的实时飞行轨迹数据;

[0107] 检测模块302,用于根据所述实时飞行轨迹数据,检测所述民航客机的特殊行为。

[0108] 在一个实施方式中,上述特殊行为可以包括但不限于以下至少之一:偏航、备降、返航、盘旋。

[0109] 在一个实施方式中,上述实时飞行轨迹数据可以包括但不限于以下至少之一:时间、经纬度、高度。

[0110] 在一个实施方式中,第一获取模块301具体可以用于获取所述民航客机的实时飞行轨迹数据、空管报文数据,其中,所述空管报文数据可以包括但不限于以下至少之一:航班号、出发点机场代码、目的地机场代码、备降机场信息、返航信息。

[0111] 在一个实施方式中,上述装置还可以包括:第二获取模块,用于在获取民航客机的实时飞行轨迹数据之前,获取所述民航客机对应航班的历史轨迹数据;确定模块,用于对所述历史轨迹数据进行挖掘,确定出对应于所述航班的一条或多条常规航行路线。

[0112] 在一个实施方式中,确定模块可以包括:离散化单元,用于对所述历史轨迹数据这些数据进行离散化处理;去重单元,用于在离散化处理之后,将相邻的落入同一网格的数据点进行去重操作,得到一条或多条常规航行路线,一个网格的数据点对应一个经纬度位置。

[0113] 在一个实施方式中,检测模块302具体可以用于将所述实时飞行轨迹路线与所述常规航行路线进行对比,以确定所述民航客机是否发生偏航。

[0114] 在一个实施方式中,检测模块302可以包括:第一确定单元,用于在确定所述民航客机出现偏航情况之后,确定民航客机所在的位置;第二确定单元,用于确定与所述民航客机所在位置最近的预定个数个机场,或者,确定所述民航客机所在航线中历史备降次数最多的预定个数个机场;生成单元,用于将确定出的所述预定个数个机场作为所述民航客机的备降机场。

[0115] 在一个实施方式中,检测模块302可以包括:第三确定单元,用于根据所述实时飞行轨迹数据,确定在预设时间窗内飞行轨迹的第一个点和最后一个点;第一计算单元,用于计算所述第一个点与出发机场和到达机场之间的经纬度距离;第二计算单元,用于计算所述最后一个点与出发机场和到达机场之间的经纬度距离;第四确定单元,用于当在所述预设时间窗内,航班距出发机场距离减小且距目的机场距离增大时,确定民航客机正在盘旋。

[0116] 在另外一个实施例中,还提供了一种软件,该软件用于执行上述实施例及优选实施方式中描述的技术方案。

[0117] 在另外一个实施例中,还提供了一种存储介质,该存储介质中存储有上述软件,该存储介质包括但不限于:光盘、软盘、硬盘、可擦写存储器等。

[0118] 从以上的描述中,可以看出,本发明实施例实现了如下技术效果:获取民航客机的实时飞行轨迹数据;根据实时飞行轨迹数据,检测所述民航客机的特殊行为,通过上述方式可以及时发现航班的异常行为,从而可以提前确定出航班可能的延误情况,解决了现有的无法有效提前得知航班延误情况而导致的用户体验较低的技术问题,达到了提高用户体验的技术效果。

[0119] 显然,本领域的技术人员应该明白,上述的本发明实施例的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现,它们可以集中在单个的计算装置上,或者分布在多个计算装置所组成的网络上,可选地,它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现,从而,可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行,并且在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤,或者将它们分别制作成各个集成电路模块,或者将它们中的多个

模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样,本发明实施例不限制于任何特定的硬件和软件结合。

[0120] 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,本发明实施例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。

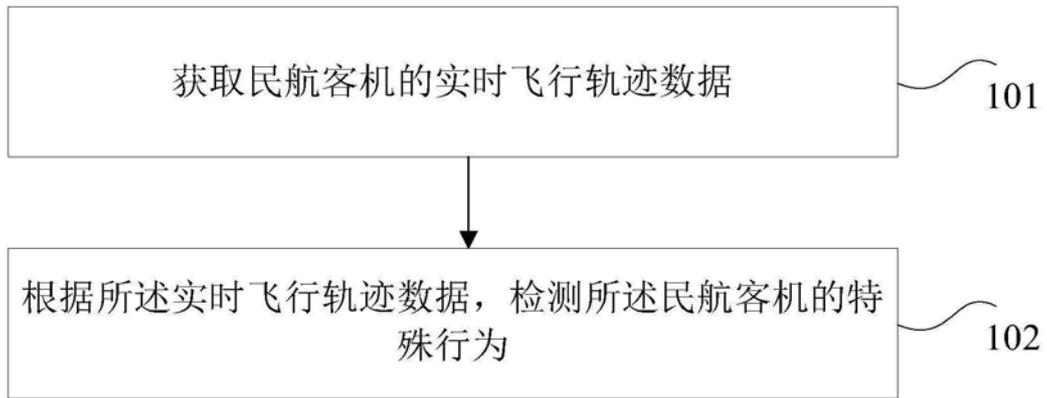


图1



图2

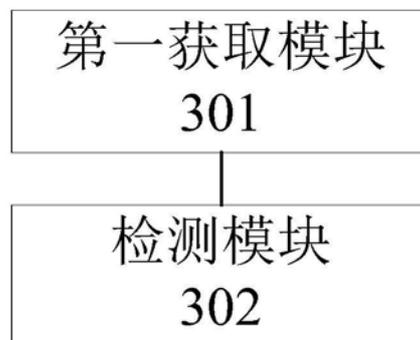


图3