



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106959623 A

(43)申请公布日 2017. 07. 18

(21)申请号 201710086559.4

(22)申请日 2017.02.17

(71)申请人 中国人民解放军海军工程大学

地址 430033 湖北省武汉市解放大道717号

(72)发明人 马良荔 柳青 徐开来

(74)专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104

代理人 黄行军 李满

(51)Int.Cl.

G05B 19/04(2006.01)

H04B 7/185(2006.01)

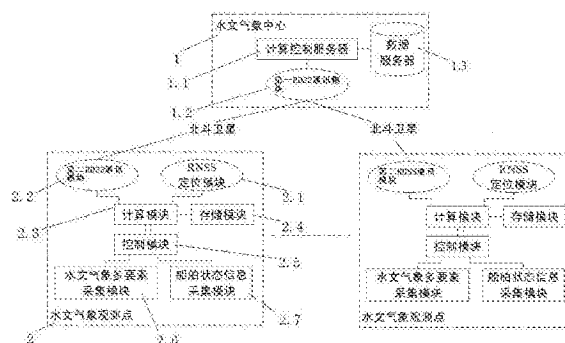
权利要求书3页 说明书7页 附图1页

## (54)发明名称

基于北斗的船舶水文气象数据传输控制系统及方法

## (57)摘要

本发明涉及一种基于北斗的船舶水文气象数据传输控制系统,它包括水文气象中心和多个水文气象观测点,其中,每个水文气象观测点设置在一艘对应的船舶上,水文气象中心包括计算控制服务器、第一RDSS通讯模块和数据服务器,每个水文气象观测点均包括RNSS定位模块、第二RDSS通讯模块、计算模块、控制模块、水文气象多要素采集模块和船舶状态信息采集模块。本发明能够根据水文气象信息变化幅度和水文气象观测点的疏密自动调整数据传输频度,能够准确反映水文气象信息变化的同时减少北斗报文数量,从而节省能耗和宝贵的卫星通讯带宽。



1. 一种基于北斗的船舶水文气象数据传输控制系统,其特征在于:它包括水文气象中心(1)和多个水文气象观测点(2),其中,每个水文气象观测点(2)设置在一艘对应的船舶上,水文气象中心(1)包括计算控制服务器(1.1)、第一RDSS通讯模块(1.2)和数据服务器(1.3),每个水文气象观测点(2)均包括RNSS定位模块(2.1)、第二RDSS通讯模块(2.2)、计算模块(2.3)、控制模块(2.5)、水文气象多要素采集模块(2.6)和船舶状态信息采集模块(2.7);

所述计算控制服务器(1.1)的数据服务器通信端连接数据服务器(1.3)的通信端,计算控制服务器(1.1)的RDSS接线端连接第一RDSS通讯模块(1.2)的服务器接线端;

每个水文气象观测点(2)中计算模块(2.3)的RDSS接线端连接第二RDSS通讯模块(2.2)的计算模块接线端,计算模块(2.3)的RNSS接线端连接RNSS定位模块(2.1)的通信端,水文气象多要素采集模块(2.6)的通信端连接控制模块(2.5)的水文气象数据获取及水文气象采集间隔控制接口,船舶状态信息采集模块(2.7)的通信端连接控制模块(2.5)的船舶状态数据获取及船舶状态采集间隔控制接口,控制模块(2.5)的水文气象数据及船舶航行数据输出端连接计算模块(2.3)的水文气象数据及船舶航行数据输入端;计算模块(2.3)的北斗报文发送间隔输出端连接控制模块(2.5)的北斗报文发送间隔输入端;

所述第一RDSS通讯模块(1.2)通过北斗卫星与每个水文气象观测点(2)的第二RDSS通讯模块(2.2)无线通信。

2. 根据权利要求1所述的基于北斗的船舶水文气象数据传输控制系统,其特征在于:每个水文气象观测点(2)还包括存储模块(2.4),计算模块(2.3)的数据存储端连接对应存储模块(2.4)的通信端。

3. 根据权利要求1所述的基于北斗的船舶水文气象数据传输控制系统,其特征在于:每个水文气象多要素采集模块(2.6)用于采集海洋被测区域的水文信息和气象信息;

每个船舶状态信息采集模块(2.7)用于采集对应被测船舶航行数据;

每个控制模块(2.5)用于输出对应的水文气象数据采集间隔和船舶航行数据采集间隔;

每个控制模块(2.5)还用于向对应的计算模块(2.3)传输获取的水文气象数据和船舶航行数据。

4. 根据权利要求3所述的基于北斗的船舶水文气象数据传输控制系统,其特征在于:每个RNSS定位模块(2.1)用于对相应的水文气象观测点(2)进行全球卫星定位,并将相应的水文气象观测点(2)的全球卫星定位数据传输给计算模块(2.3);

每个计算模块(2.3)用于根据对应的船舶航行数据修正所采集的水文气象信息,并将修正后的水文气象信息与对应水文气象观测点(2)的全球卫星定位数据采用差值压缩的方法打包为北斗报文。

每个第二RDSS通讯模块(2.2)用于接收对应计算模块(2.3)传输的北斗报文,并将北斗报文通过北斗卫星传输给第一RDSS通讯模块(1.2)。

5. 根据权利要求2所述的基于北斗的船舶水文气象数据传输控制系统,其特征在于:每个存储模块(2.4)用于临时存储相应的北斗报文。

6. 根据权利要求1所述的基于北斗的船舶水文气象数据传输控制系统,其特征在于:所述第一RDSS通讯模块(1.2)用于接收各个水文气象观测点(2)的第二RDSS通讯模块(2.2)通

过北斗卫星传输过来的北斗报文,并将北斗报文转发给计算控制服务器(1.1);

所述计算控制服务器(1.1)用于根据接收的北斗报文计算各个水文气象观测点(2)的新的北斗报文发送间隔,并将各个新的北斗报文发送间隔通过第一RDSS通讯模块(1.2)和第二RDSS通讯模块(2.2)反馈给对应的计算模块(2.3);

所述数据服务器(1.3)用于存储所有水文气象观测点(2)的修正后水文气象数据。

7.一种利用权利要求1所述系统的船舶水文气象数据传输方法,其特征在于,它包括如下步骤:

步骤1:每个水文气象观测点(2)中,水文气象多要素采集模块(2.6)实时采集海洋被测区域的水文信息和气象信息,船舶状态信息采集模块(2.7)实时采集被测船舶航行数据;RNSS定位模块(2.1)对相应水文气象观测点(2)进行全球卫星定位,并将相应水文气象观测点(2)的全球卫星定位数据传输给计算模块(2.3);

步骤2:每个水文气象观测点(2)中,控制模块(2.5)采集海洋被测区域的水文信息和气象信息以及被测船舶航行数据,并将采集到的海洋被测区域的水文信息和气象信息以及被测船舶航行数据传输给对应的计算模块(2.3),该计算模块(2.3)根据船舶航行数据修正所采集的水文气象信息,修正方式为通过船舶的航速和航向对水文气象信息中的风速和风向进行修正,计算模块(2.3)将修正后的水文气象信息与对应水文气象观测点(2)的全球卫星定位数据采用差值压缩的方法打包为北斗报文;

步骤3:每个水文气象观测点(2)中,计算模块(2.3)根据预设的初始数据发送间隔将北斗报文通过第二RDSS通讯模块(2.2)、北斗卫星和第一RDSS通讯模块(1.2)发送给计算控制服务器(1.1),计算控制服务器(1.1)将北斗报文发送给数据服务器(1.3);

步骤4:计算控制服务器(1.1)分别为每个水文气象观测点(2)计算新的北斗报文发送间隔,每个水文气象观测点i的新北斗报文发送间隔 $T_i$ 根据如下公式计算:

$$T_i = v_1 A_i + v_2 B_i$$

其中, $A_i$ 和 $B_i$ 分别是决定发送间隔 $T_i$ 的水文气象因素和地理因素, $v_1$ 为 $A_i$ 的权值, $v_2$ 为 $B_i$ 的权值;

水文气象观测点i的水文气象因素 $A_i$ 如下计算:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_j |\Delta E_{ij}|}{\Delta T_i}$$

其中, $\Delta T_i$ 是水文气象观测点i现有的北斗报文发送间隔,即计算控制服务器(1.1)收到的水文气象观测点i的上一条记录到这条记录的时间差, $\Delta E_{ij}$ 是第i个水文气象观测点上一条记录和这一条记录中第j个水文气象要素的差值, $w_j$ 是该水文气象要素的权值, $j=1, \dots, n$ ,n为水文气象要素个数;

观测点i地理因素 $B_i$ 如下计算:

$$B_i = \sqrt{(D_{i1})^2 + (D_{i2})^2 + \dots + (D_{ik})^2}$$

其中, $D_{ik}$ 是水文气象观测点i与水文气象观测点k之间的距离;

$v_2$ 对于所有水文气象观测点i都是固定值,通过下式计算可得:

$$v_2 = \frac{T_{\min}}{\min(B_i, i=1, \dots, k)}$$

其中,  $\min(B_i, i=1, \dots, k)$  表示所有水文气象观测点中最小的  $B_i$ ,  $T_{\min}$  表示第二RDSS通讯模块 (2.2) 发送报文的最小间隔;

$w_p$  和  $w_q$  为  $w_j$  分别满足:

$$\sum_{i=1}^n w_p |\Delta E_{i,j}| = \max \left( \sum_{i=1}^n w_j |\Delta E_{i,j}| \right)$$

$$\sum_{i=1}^n w_q |\Delta E_{i,j}| = \min \left( \sum_{i=1}^n w_j |\Delta E_{i,j}| \right)$$

令:

$$w_p = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n w_j |\Delta E_{i,j}|}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n |\Delta E_{i,j}|}$$

$$w_q = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n w_j |\Delta E_{i,j}|}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n |\Delta E_{i,j}|}$$

除了  $w_p$  和  $w_q$  外, 其余的  $w_j$  值保持不变;

$v_1$  对于所有的水文气象观测点 (2) 是一个预设值, 该预设值使得所有水文气象观测点 (2) 的发送间隔  $T_i$  处于最小间隔  $T_{\min}$  和最大间隔  $T_{\max}$  之间;

步骤5: 如果某个水文气象观测点 (2) 新的北斗报文发送间隔与与原发送的北斗报文发送间隔不相同, 则该计算控制服务器 (1.1) 通过第一RDSS通讯模块 (1.2)、北斗卫星和第二RDSS通讯模块 (2.2) 将新的北斗报文发送间隔发送给对应的计算模块 (2.3), 计算模块 (2.3) 接收到新的北斗报文发送间隔后将更新自身的北斗报文发送间隔, 并将新的北斗报文发送间隔发送给对应的控制模块 (2.5), 控制模块 (2.5) 根据新的北斗报文发送间隔调整对应水文气象多要素采集模块 (2.6) 和船舶状态信息采集模块 (2.7) 的信息采集间隔, 所述气象多要素采集模块 (2.6) 和船舶状态信息采集模块 (2.7) 的信息采集间隔始终与同一时刻的北斗报文发送间隔相等。

8. 根据权利要求7所述的船舶水文气象数据传输方法, 其特征在于: 所述水文气象要素中的气象要素包括温度、湿度、大气压强、降水量、风速、风向、能见度和PM2.5; 水文要素包括水深、水温、海水盐度、海流类型、海水颜色、海水透明度。

## 基于北斗的船舶水文气象数据传输控制系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及计算机通信技术领域,具体涉及一种基于北斗的船舶水文气象数据传输控制系统及方法。

### 背景技术

[0002] 随着北斗卫星定位(通过RNSS, Radio Navigation Satellite Service,即无线电导航卫星服务)和短报文通讯(通过RDSS, Radio Determination Satellite Service,即无线电测定卫星服务)的日益成熟,越来越多的水文气象观测站采用北斗卫星通讯实现水文气象数据传输,特别是那些无法通过传统通信方式(有线、GPRS和VHF/UHF等)实现通信的地区,比如偏远山区、海岛、石油平台和远洋船只等。北斗RDSS通讯为解决这些地区的水文气象数据实时回传提供了解决方法,使得水文气象数据的传输能够不受时间和地域的限制。

[0003] 现有的基于北斗通讯的水文气象观测设备均采用固定间隔采集和传输的方法(该数据传输间隔大于北斗卫星短报文最小通讯间隔)。这种传输方法在固定的时间点内向水文气象中心发送该观测设备的水文气象数据。但是,如果发送时间间隔短,则观测设备能耗高,并占用较大的北斗通信信道;如果发送间隔长,则可能无法准确反映出该观测点的水文气象变化。另外,由于地理位置限制或海洋洋流可能导致观测设备的位置发生变化,使得观测设备在地理上的分布并不均匀,即使这样,所有设备还是按照相同的频率发送水文气象数据。总之,现有基于北斗通讯的观测设备既不能根据水文气象变化情况、也不能根据观测点的疏密调整数据传输频度。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于北斗的船舶水文气象数据传输控制系统及方法,该系统及方法能根据水文气象变化和观测点位置信息动态,自适应调整北斗报文数据发送频度,解决现有技术因无法自适应调整数据发送间隔而导致能耗高、采集精度低、采集数据受控性和实时性差的技术问题。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明公开的一种基于北斗的船舶水文气象数据传输控制系统,其特征在于:它包括水文气象中心和多个水文气象观测点,其中,每个水文气象观测点设置在一艘对应的船舶上,水文气象中心包括计算控制服务器、第一RDSS通讯模块和数据服务器,每个水文气象观测点均包括RNSS定位模块、第二RDSS通讯模块、计算模块、控制模块、水文气象多要素采集模块和船舶状态信息采集模块;

[0006] 所述计算控制服务器的数据服务器通信端连接数据服务器的通信端,计算控制服务器的RDSS接线端连接第一RDSS通讯模块的服务器接线端;

[0007] 每个水文气象观测点中计算模块的RDSS接线端连接第二RDSS通讯模块的计算模块接线端,计算模块的RNSS接线端连接RNSS定位模块的通信端,水文气象多要素采集模块的通信端连接控制模块的水文气象数据获取及水文气象采集间隔控制接口,船舶状态信息采集模块的通信端连接控制模块的船舶状态数据获取及船舶状态采集间隔控制接口,控制

模块的水文气象数据及船舶航行数据输出端连接计算模块的水文气象数据及船舶航行数据输入端；计算模块的北斗报文发送间隔输出端连接控制模块的北斗报文发送间隔输入端；

[0008] 所述第一RDSS通讯模块通过北斗卫星与每个水文气象观测点的第二RDSS通讯模块无线通信。

[0009] 一种利用上述系统的船舶水文气象数据传输方法,其特征在于,它包括如下步骤:

[0010] 步骤1:每个水文气象观测点中,水文气象多要素采集模块实时采集海洋被测区域的水文信息和气象信息,船舶状态信息采集模块实时采集被测船舶航行数据;RNSS定位模块对相应水文气象观测点进行全球卫星定位,并将相应水文气象观测点的全球卫星定位数据传输给计算模块;

[0011] 步骤2:每个水文气象观测点中,控制模块采集海洋被测区域的水文信息和气象信息以及被测船舶航行数据,并将采集到的海洋被测区域的水文信息和气象信息以及被测船舶航行数据传输给对应的计算模块,该计算模块根据船舶航行数据修正所采集的水文气象信息,修正方式为通过船舶的航速和航向对水文气象信息中的风速和风向进行修正,计算模块将修正后的水文气象信息与对应水文气象观测点的全球卫星定位数据采用差值压缩的方法打包为北斗报文;

[0012] 步骤3:每个水文气象观测点中,计算模块根据预设的初始数据发送间隔将北斗报文通过第二RDSS通讯模块、北斗卫星和第一RDSS通讯模块发送给计算控制服务器,计算控制服务器将北斗报文发送给数据服务器;

[0013] 步骤4:计算控制服务器分别为每个水文气象观测点计算新的北斗报文发送间隔,每个水文气象观测点*i*的新北斗报文发送间隔 $T_i$ 根据如下公式计算:

$$[0014] \quad T_i = v_1 A_i + v_2 B_i$$

[0015] 其中, $A_i$ 和 $B_i$ 分别是决定发送间隔 $T_i$ 的水文气象因素和地理因素, $v_1$ 为 $A_i$ 的权值, $v_2$ 为 $B_i$ 的权值;

[0016] 水文气象观测点*i*的水文气象因素 $A_i$ 如下计算:

$$[0017] \quad A_i = \frac{\sum_j^n w_j |\Delta E_{ij}|}{\Delta T_i}$$

[0018] 其中, $\Delta T_i$ 是水文气象观测点*i*现有的北斗报文发送间隔,即计算控制服务器收到的水文气象观测点*i*的上一条记录到这条记录的时间差, $\Delta E_{ij}$ 是第*i*个水文气象观测点上一条记录和这一条记录中第*j*个水文气象要素的差值, $w_j$ 是该水文气象要素的权值, $j=1, \dots, n$ , $n$ 为水文气象要素个数;

[0019] 观测点*i*地理因素 $B_i$ 如下计算:

$$[0020] \quad B_i = \sqrt{(D_{i1})^2 + (D_{i2})^2 + \dots + (D_{ik})^2}$$

[0021] 其中, $D_{ik}$ 是水文气象观测点*i*与水文气象观测点*k*之间的距离;

[0022]  $v_2$ 对于所有水文气象观测点*i*都是固定值,通过下式计算可得:

$$[0023] \quad v_2 = \frac{T_{\min}}{\min(B_i, i=1, \dots, k)}$$

[0024] 其中,  $\min(B_i, i=1, \dots, k)$  表示所有水文气象观测点中最小的  $B_i$ ,  $T_{\min}$  表示第二 RDSS 通讯模块发送报文的最小间隔;

[0025]  $w_p$  和  $w_q$  为  $w_j$  分别满足:

$$[0026] \quad \sum_{i=1}^n w_p |\Delta E_{i,j}| = \max \left( \sum_{i=1}^n w_j |\Delta E_{i,j}| \right)$$

$$[0027] \quad \sum_{i=1}^n w_q |\Delta E_{i,j}| = \min \left( \sum_{i=1}^n w_j |\Delta E_{i,j}| \right)$$

[0028] 令:

$$[0029] \quad w_p = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n w_j |\Delta E_{i,j}|}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n |\Delta E_{i,j}|}$$

$$[0030] \quad w_q = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n w_j |\Delta E_{i,j}|}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n |\Delta E_{i,j}|}$$

[0031] 除了  $w_p$  和  $w_q$  外, 其余的  $w_j$  值保持不变;

[0032]  $v_1$  对于所有的水文气象观测点是一个预设值, 该预设值使得所有水文气象观测点的发送间隔  $T_i$  处于最小间隔  $T_{\min}$  和最大间隔  $T_{\max}$  之间;

[0033] 步骤5: 如果某个水文气象观测点新的北斗报文发送间隔与与原发送的北斗报文发送间隔不相同, 则该计算控制服务器通过第一 RDSS 通讯模块、北斗卫星和第二 RDSS 通讯模块将新的北斗报文发送间隔发送给对应的计算模块, 计算模块接收到新的北斗报文发送间隔后将更新自身的北斗报文发送间隔, 并将新的北斗报文发送间隔发送给对应的控制模块, 控制模块根据新的北斗报文发送间隔调整对应水文气象多要素采集模块和船舶状态信息采集模块的信息采集间隔, 所述气象多要素采集模块和船舶状态信息采集模块的信息采集间隔始终与同一时刻的北斗报文发送间隔相等。

[0034] 本发明的基本原理是: 通过水文气象中心服务器控制水文气象观测点越密集的位置北斗报文发送频率越低, 在水文气象信息变化幅度越低的时刻信息发送频率越低。

[0035] 本发明能够根据水文气象信息变化幅度和水文气象观测点的疏密自动调整数据传输频度, 能够准确反映水文气象信息变化的同时减少北斗报文数量, 从而节省能耗和宝贵的卫星通讯带宽。

## 附图说明

[0036] 图1是本发明的结构框图；

[0037] 其中,1—水文气象中心、1.1—计算控制服务器、1.2—第一RDSS通讯模块、1.3—数据服务器、2—水文气象观测点、2.1—RNSS定位模块、2.2—第二RDSS通讯模块、2.3—计算模块、2.4—存储模块、2.5—控制模块、2.6—水文气象多要素采集模块、2.7—船舶状态信息采集模块。

## 具体实施方式

[0038] 以下结合附图和具体实施例对本发明作进一步的详细说明：

[0039] 本发明涉及一种基于北斗的船舶水文气象数据传输控制系统,如图1所示,它包括水文气象中心1和多个水文气象观测点2,其中,每个水文气象观测点2设置在一艘对应的船舶上,水文气象中心1包括计算控制服务器1.1、第一RDSS通讯模块1.2和数据服务器1.3,每个水文气象观测点2均包括RNSS定位模块2.1、第二RDSS通讯模块2.2、计算模块2.3、控制模块2.5、水文气象多要素采集模块2.6和船舶状态信息采集模块2.7；

[0040] 所述计算控制服务器1.1的数据服务器通信端连接数据服务器1.3的通信端,计算控制服务器1.1的RDSS接线端连接第一RDSS通讯模块1.2的服务器接线端；

[0041] 每个水文气象观测点2中计算模块2.3的RDSS接线端连接第二RDSS通讯模块2.2的计算模块接线端,计算模块2.3的RNSS接线端连接RNSS定位模块2.1的通信端,水文气象多要素采集模块2.6的通信端连接控制模块2.5的水文气象数据获取及水文气象采集间隔控制接口,船舶状态信息采集模块2.7的通信端连接控制模块2.5的船舶状态数据获取及船舶状态采集间隔控制接口,控制模块2.5的水文气象数据及船舶航行数据输出端连接计算模块2.3的水文气象数据及船舶航行数据输入端；计算模块2.3的北斗报文发送间隔输出端连接控制模块2.5的北斗报文发送间隔输入端；

[0042] 所述第一RDSS通讯模块1.2通过北斗卫星与每个水文气象观测点2的第二RDSS通讯模块2.2无线通信,卫星无线电测定业务,英文全称Radio Determination Satellite Service,是通过向卫星发送短报文的方式进行定位,因此可以在报文中包含少量数据,实现通讯,优点是覆盖面广,理论上可以实现全球表面无死角覆盖。。

[0043] 每个水文气象观测点2还包括存储模块2.4,计算模块2.3的数据存储端连接对应存储模块2.4的通信端。

[0044] 上述技术方案中,每个水文气象多要素采集模块2.6用于采集海洋被测区域的水文信息和气象信息；

[0045] 每个船舶状态信息采集模块2.7用于采集对应被测船舶航行数据(如航向、航速数据)；

[0046] 每个控制模块2.5用于输出对应的水文气象数据采集间隔和船舶航行数据采集间隔；

[0047] 每个控制模块2.5还用于向对应的计算模块2.3传输获取的水文气象数据和船舶航行数据。

[0048] 每个RNSS定位模块2.1用于对相应的水文气象观测点2进行全球卫星定位,并将相

应的水文气象观测点2的全球卫星定位数据传输给计算模块2.3;RNSS英文全称Radio Navigation Satellite System,用户通过被动接受卫星信号实现定位,无通讯功能,美国的GPS和中国的北斗二代都属于RNSS,优点是,定位速度快,设备功耗低,不需要和卫星的双向通信。

[0049] 每个计算模块2.3用于根据对应的船舶航行数据修正所采集的水文气象信息,并将修正后的水文气象信息与对应水文气象观测点2的全球卫星定位数据采用差值压缩的方法打包为北斗报文。

[0050] 每个第二RDSS通讯模块2.2用于接收对应计算模块2.3传输的北斗报文,并将北斗报文通过北斗卫星传输给第一RDSS通讯模块1.2;

[0051] 每个存储模块2.4用于临时存储相应的北斗报文。

[0052] 上述技术方案中,所述第一RDSS通讯模块1.2用于接收各个水文气象观测点2的第二RDSS通讯模块2.2通过北斗卫星传输过来的北斗报文,并将北斗报文转发给计算控制服务器1.1;

[0053] 所述计算控制服务器1.1用于根据接收的北斗报文计算各个水文气象观测点2的新的北斗报文发送间隔,并将各个新的北斗报文发送间隔通过第一RDSS通讯模块1.2和第二RDSS通讯模块2.2反馈给对应的计算模块2.3;

[0054] 所述数据服务器1.3用于存储所有水文气象观测点2的修正后水文气象数据。

[0055] 一种利用上述系统的船舶水文气象数据传输方法,它包括如下步骤:

[0056] 步骤1:每个水文气象观测点2中,水文气象多要素采集模块2.6实时采集海洋被测区域的水文信息和气象信息,船舶状态信息采集模块2.7实时采集被测船舶航行数据;RNSS定位模块2.1对相应水文气象观测点2进行全球卫星定位,并将相应水文气象观测点2的全球卫星定位数据传输给计算模块2.3(水文气象数据包含n个水文气象要素,如大气压强、风向、海水温度和大气温度等,用E表示);

[0057] 步骤2:每个水文气象观测点2中,控制模块2.5采集海洋被测区域的水文信息和气象信息以及被测船舶航行数据,并将采集到的海洋被测区域的水文信息和气象信息以及被测船舶航行数据传输给对应的计算模块2.3,该计算模块2.3根据船舶航行数据修正所采集的水文气象信息,修正方式为通过船舶的航速和航向对水文气象信息中的风速和风向进行修正,计算模块2.3将修正后的水文气象信息与对应水文气象观测点2的全球卫星定位数据采用差值压缩的方法打包为北斗报文,保存在存储模块2.4(全球卫星定位数据首先用于观测点定位,因为采集的水文气象信息需要知道采集的是哪里位置的数据;其次在计算每个观测点的水文气象信息时需要知道所有观测点的位置。);

[0058] 步骤3:每个水文气象观测点2中,计算模块2.3根据预设的初始数据发送间隔将北斗报文通过第二RDSS通讯模块2.2、北斗卫星和第一RDSS通讯模块1.2发送给计算控制服务器1.1,计算控制服务器1.1将北斗报文发送给数据服务器1.3;

[0059] 步骤4:计算控制服务器1.1分别为每个水文气象观测点2计算新的北斗报文发送间隔,每个水文气象观测点i的新北斗报文发送间隔 $T_i$ 根据如下公式计算:

[0060]  $T_i = v_1 A_i + v_2 B_i$

[0061] 其中, $A_i$ 和 $B_i$ 分别是决定发送间隔 $T_i$ 的水文气象因素和地理因素,文气象变化越大, $A_i$ 值越大,地理上越稀疏的观测点 $B_i$ 值越大, $v_1$ 为 $A_i$ 的权值, $v_2$ 为 $B_i$ 的权值;

[0062] 水文气象观测点*i*的水文气象因素 $A_i$ 如下计算：

$$[0063] \quad A_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_j |\Delta E_{ij}|}{\Delta T_i}$$

[0064] 其中， $\Delta T_i$ 是水文气象观测点*i*现有的北斗报文发送间隔，即计算控制服务器1.1收到的水文气象观测点*i*的上一条记录到这条记录的时间差， $\Delta E_{ij}$ 是第*i*个水文气象观测点上一条记录和这一条记录中第*j*个水文气象要素的差值， $w_j$ 是该水文气象要素的权值， $j=1, \dots, n$ ， $n$ 为水文气象要素个数；

[0065] 观测点*i*地理因素 $B_i$ 如下计算：

$$[0066] \quad B_i = \sqrt{(D_{i1})^2 + (D_{i2})^2 + \dots + (D_{ik})^2}$$

[0067] 其中， $D_{ik}$ 是水文气象观测点*i*与水文气象观测点*k*之间的距离；

[0068]  $v_2$ 对于所有水文气象观测点*i*都是固定值，通过下式计算可得：

$$[0069] \quad v_2 = \frac{T_{\min}}{\min(B_i, i=1, \dots, k)}$$

[0070] 其中， $\min(B_i, i=1, \dots, k)$ 表示所有水文气象观测点中最小的 $B_i$ ， $T_{\min}$ 表示第二RDSS通讯模块2.2发送报文的最小间隔；

[0071]  $w_p$ 和 $w_q$ 为 $w_j$ 分别满足：

$$[0072] \quad \sum_{i=1}^n w_p |\Delta E_{i,j}| = \max \left( \sum_{i=1}^n w_j |\Delta E_{i,j}| \right)$$

$$[0073] \quad \sum_{i=1}^n w_q |\Delta E_{i,j}| = \min \left( \sum_{i=1}^n w_j |\Delta E_{i,j}| \right)$$

[0074] 令：

$$[0075] \quad w_p = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n w_j |\Delta E_{i,j}|}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n |\Delta E_{i,j}|}$$

$$[0076] \quad w_q = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n w_j |\Delta E_{i,j}|}{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n |\Delta E_{i,j}|}$$

[0077] 除了 $w_p$ 和 $w_q$ 外，其余的 $w_j$ 值保持不变；

[0078]  $w_j$ 共有*n*个，分别是 $w_1 \dots w_n$ （ $w_p$ 和 $w_q$ 也在其中），对应于式子 $\sum_{i=1}^n w_j |\Delta E_{i,j}|$ 也有*n*个，

分别是  $\sum_{i=1}^n w_1 |AE_{i,1}|$  ...  $\sum_{i=1}^n w_n |AE_{i,n}|$  , n个式子中最大的是  $\max \left( \sum_{i=1}^n w_j |AE_{i,j}| \right)$  , 其中对应的  $w_j$  就是  $w_p$  , n个式子中最小的是  $\min \left( \sum_{i=1}^n w_j |AE_{i,j}| \right)$  , 其中对应的  $w_j$  就是  $w_q$  ;

[0079]  $v_1$  对于所有的水文气象观测点2是一个预设值,该预设值使得所有水文气象观测点2的发送间隔  $T_i$  处于最小间隔  $T_{\min}$  和最大间隔  $T_{\max}$  之间;

[0080] 步骤5:如果某个水文气象观测点2新的北斗报文发送间隔与与原发送的北斗报文发送间隔不相同,则该计算控制服务器1.1通过第一RDSS通讯模块1.2、北斗卫星和第二RDSS通讯模块2.2将新的北斗报文发送间隔发送给对应的计算模块2.3,计算模块2.3接收到新的北斗报文发送间隔后将更新自身的北斗报文发送间隔,并将新的北斗报文发送间隔发送给对应的控制模块2.5,控制模块2.5根据新的北斗报文发送间隔调整对应水文气象多要素采集模块2.6和船舶状态信息采集模块2.7的信息采集间隔,所述气象多要素采集模块2.6和船舶状态信息采集模块2.7的信息采集间隔始终与同一时刻的北斗报文发送间隔相等。

[0081] 上述技术方案中,所述水文气象要素中的气象要素包括温度、湿度、大气压强、降水量、风速、风向、能见度和PM2.5;水文要素包括水深、水温、海水盐度、海流类型、海水颜色、海水透明度。

[0082] 本说明书未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员公知的现有技术。

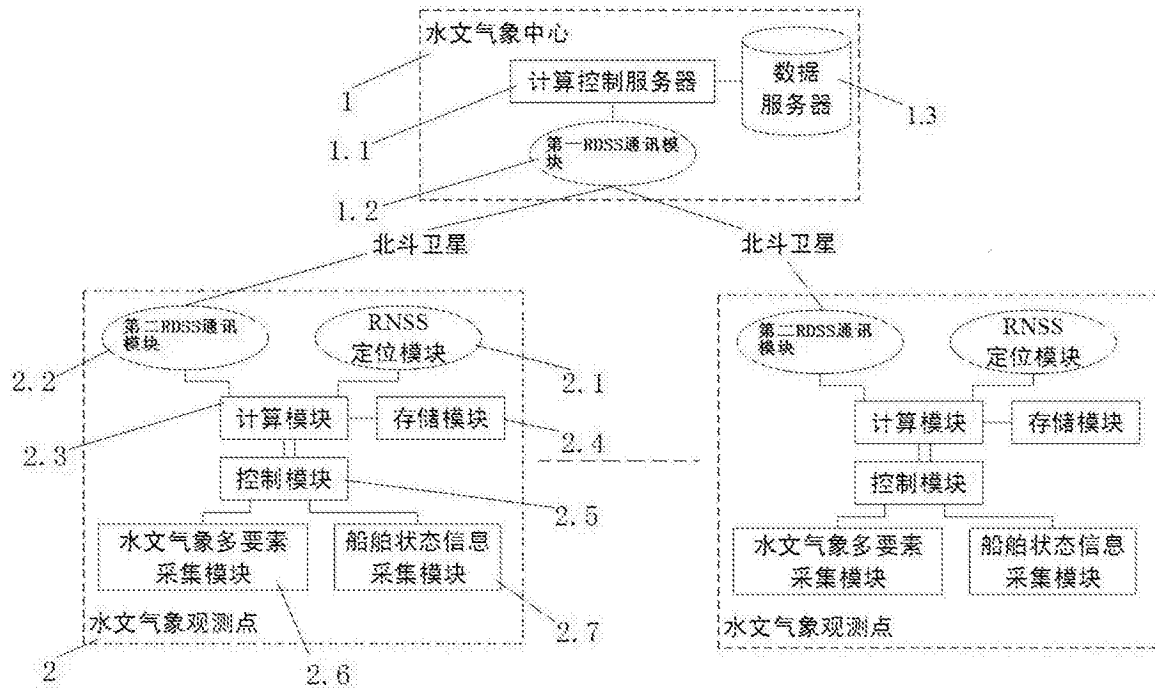


图1