

# 基于 DDS 规范的航行通告分发服务

王洁宁, 王 果

(中国民航大学 空中交通管理学院, 天津 300300)

**摘 要:**航行通告是以电信方式发布, 有关任何航空设施、状况或变化的情报通告, 及时了解此类通告对与飞行活动有关的航务人员是至关重要的。数据分发服务(Data Distribution Service, DDS)是对象管理组织(Object Management Group, OMG)颁布数据发布服务规范, 它定义了以数据为中心的发布/订阅(Data-Centric Publish-Subscribe, DCPS)服务。为提高情报交换的效率, 确保飞行的正常、安全与效益, 文中将 DDS 规范运用到航行通告数据交换中, 对航行通告分发服务的主题结构进行设计, 并利用 DDS 丰富的 QoS 策略, 控制航行通告数据的质量, 基于 DDS 规范的航行通告分发服务可有效地避免单点失败, 提高系统可靠性。

**关键词:**航行通告; 数据分发服务; QoS

**中图分类号:**TP39

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2012)11-0212-04

## NOTAM Distribution Service Based on DDS

WANG Jie-ning, WANG Guo

(College of Air Traffic Management, Civil Aviation University of China, Tianjin 300300, China)

**Abstract:**NOTAM (Notice to Airman) is a notice distributed by means of telecommunication which concerns with the establishment, condition or change in aeronautical facility, service, procedure or hazard. The timely knowledge of NOTAM is essential to persons concerned with flight operations. The OMG Data-Distribution Service (DDS) is an specification for publish-subscribe data distribution systems. In order to improve the efficiency of information exchange and ensure flight safety and normal, data-centric NOTAM publish/subscribe service was built based on OMG DDS specification with sufficient QoS policies, the structure of the topic was designed in detail. NOTAM distribution service based on DDS can avoid single point of failure effectively and improve system reliability.

**Key words:**NOTAM; data-distribution service; QoS

## 0 引 言

空中交通管理取决于及时有效的航行情报服务<sup>[1]</sup>。作为航行情报重要组成部分的航行通告, 是有关航行的设施、服务、程序等的设立、状况、变化, 以及涉及航行安全的危险情况及其变化的通知<sup>[2]</sup>。航行情报处理系统主要用于接收、处理和发布国内外航行通告、雪情通告及其它电报, 该系统包括一级中心、二级中心和远程节点用户。一级中心设在民航总局空管局, 二级中心设在北京、上海、广州、西安、成都、乌鲁木齐、沈阳等7个地区空管局所在地的航行情报部门, 远程节点设在哈尔滨、长春、大连、天津、呼和浩特、太原、济南、合肥、厦门、南京、杭州、南昌、重庆、昆明、广汉、

兰州、桂林、深圳、长沙、武汉、郑州、海口等国际航站。系统通过中国民航的数据通信网连接<sup>[3]</sup>。航行情报处理系统由服务器和客户端两部分组成, 采用 Oracle 数据库存储大量报文数据, 其中服务器主要负责报文的收发、分类及报文的自动处理。客户端则用于日常收发报处理、静态数据库维护等<sup>[4]</sup>。这种基于客户端/服务器的通信模型, 存在性能瓶颈, 且有单点失败的可能。且现今各航空情报数据库间缺乏交流, 孤立存在, 同一份航行通告, 所有的接收者都要对其重新阅读、理解、录入数据库, 大量的重复劳动, 使得情报处理效率低下, 影响情报交换的效率与飞行的正常进行。

数据分发服务(Data Distribution Service, DDS)是对象管理组织(OMG)颁布数据发布服务规范, 它定义了以数据为中心的发布/订阅(Data-Centric Publish-Subscribe, DCPS)<sup>[5]</sup>。另外, DDS 规范利用 QoS (Quality of Service)策略控制数据分发的质量。结合丰富的 QoS 策略, 文中将 DDS 规范运用到航行通告数据的交换中, 旨在提高情报交换的效率, 确保飞行的正常、安全与效益。

收稿日期: 2012-03-09; 修回日期: 2012-06-13

基金项目: 天津市应用基础及前沿技术研究计划项目(09JCZDJC16800)

作者简介: 王洁宁(1966-), 男, 甘肃兰州人, 博士, 研究员, 研究方向为空管仿真、空管软件技术; 王 果(1988-), 女, 河南南阳人, 硕士研究生, 研究方向为数字化航行通告关键技术。

## 1 数据分发服务概述

DDS 描述了两个层次的接口:DCPS(Data-Centric Publish-Subscribe,以数据为中心的发布/订阅)层和 DLRL(Data Local Reconstruction Layer,数据本地重构层)。DCPS 层是 DDS 规范的核心层,为应用软件提供了数据发布和订阅功能;DLRL 建立在 DCPS 层之上,是 DDS 的一个可选部分<sup>[6,7]</sup>。

以数据为中心的发布/订阅(DCPS)是基于“全局数据空间(Global Data Space)”的概念<sup>[8]</sup>,发布者公布自己所能提供的信息和数据,向数据空间提供信息;订阅者公布自己感兴趣的信息和数据,从数据空间中获取信息。“主题”在逻辑上将空间上、时间上关系松散甚至毫无关联的发布者和订阅者关联起来。

DDS 规范使用域(Domain)来划分数据通信的空间,域是一个抽象的概念,只有隶属于同一个域的域参与者才可以互相通信。DCPS 层主要由发布者、数据写入器、订阅者、数据读取器、数据对象和主题组成。每个域参与者可有多个发布者或订阅者,每个发布者可有多个数据写入器,每个订阅者可有多个数据读取器。每个数据写入器或数据读取器只能写入或读取一种类型的数据。通过数据写入器,发布者将数据值写入对象,然后寄存在“全局数据空间”中。通过主题(Topic),订阅者发现感兴趣的数据,然后利用数据读取器获取数据值。数据按照发送端的数据写入器、发布者以及接收端的订阅者、数据读取器的顺序进行传输。

DCPS 的体系结构如图 1 所示:

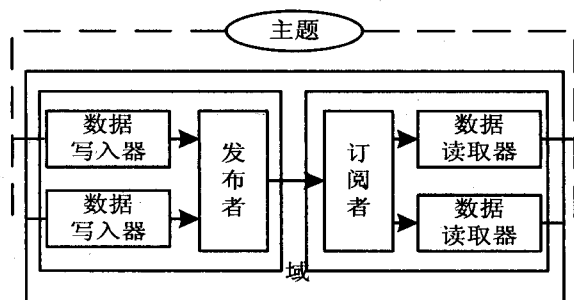


图 1 DCPS 的体系结构

DDS 规范通过 QoS 策略控制数据分发的质量。通过组合多种 QoS 策略,可实现不同的质量控制。发布者、订阅者、数据写入器、数据读取器和主题等都具有 QoS 策略。一旦发布和订阅的主题能够匹配并且 QoS 策略兼容,就可以形成发布方至订阅方的连接,从而进行数据传送。不同的传输需求调用不同的接口,仅需修改接口中的 QoS 参数即可,使得面向应用软件的接口简单化、标准化<sup>[9]</sup>。

DDS 规范中常用的几个 QoS 策略介绍如下<sup>[10]</sup>:

### 1) 可靠性(Reliability)。

可靠性描述了数据读取器所申请的可靠性等级和

发布者所提供的可靠性等级。在 DDS 规范中定义了两种可靠性等级:Reliable(可靠发送)和 Best-effort(尽力而为)。

#### (1) 可靠发送(Reliable)。

发布者确保每一个数据样本的发送,并且对于每一个数据样本,订阅者都需要发送数据确认。若在传输过程中出现故障,订阅者断开连接,则发布者会对丢失的数据进行重发,并通过持久性(DURABILITY)QoS 策略对订阅者未确认的数据样本进行保存,以备重发。Reliable 为数据写入器的默认设置。

#### (2) 尽力发送(Best-effort)。

发布者尽力向订阅者传送数据,对丢失的数据不进行重发,也不需订阅者的接收确认。即不保证数据是否能被接收,但是能确保存储在数据读取器中的顺序与发布端数据写入器中的顺序一致。

#### 2) 数据持久性(Durability)。

数据持久性用于控制当前数据是否对后来加入的订阅者有效。数据持久性存在三种设置:

##### (1) 易失的(Volatile)。

发送的数据不被保存,在数据发送时间后加入网络的订阅者是不能读取数据的。即系统只为当前的订阅者提供数据,此为默认设置。

##### (2) 临时保存数据(Transient)。

系统只保存 DataWriter 存储器中的数据,以便发送给即将加入系统的订阅者。但当相关发布者断开连接后,就不能再进行数据的读取了。

##### (3) 永久保存(Persistent)。

发送过的数据被保存在永久性的存储器中,不管发布者是否在线,订阅者都可以读取数据。

#### 3) 历史记录(History)。

历史记录用于控制 DDS 可保存多少条历史数据。历史记录(History)存在两种设置:Keep\_All 和 Keep\_Last N。Keep\_All 表示在可用资源限制内,系统保存所有的数据。Keep\_Last N 表示系统只保存最后 N 个数据。

DDS 中,每个节点向 DDS 服务器提交它们所要发布或订阅的主题及 QoS 策略,服务器将记录这些信息。当有信息相匹配的节点出现时,服务器会自动地将发布节点和订阅节点配对,从而建立起了数据连接。发布节点和订阅节点并不需要知道彼此的位置,发布节点不需要知道信息将发向谁,订阅节点也不需要知道信息来自于谁,发布节点和订阅节点可以动态地接入和退出,这就大大增加了系统的扩展性与伸缩性。当发布节点发布新的信息时,订阅节点就会立即收到数据通知,两者直接进行通信,大大提高了数据收发的效率。

## 2 航行通告数据分发服务体系结构

由上文所述,将 DDS 规范应用于航行通告分发服务中,一方面可以满足航行通告按需分发和获取的要求,另一方面也可以增强系统的弹性,依据需要随时地增加或删除节点,基于 DDS 的航行通告分发服务能够适应数字化航行通告的需求,具有广阔的发展空间。

设计如下场景:某一服务节点与其下述若干远程节点之间进行航行通告的分发,结合 DDS“域”的概念,总体设计如图 2 所示<sup>[11]</sup>。

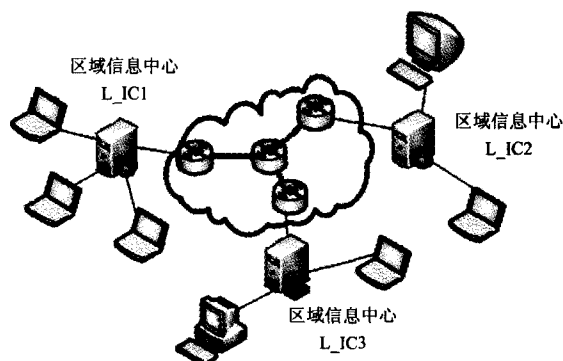


图 2 航行通告分发服务总体设计图

基于 DDS 的航行情报分发服务中,整个系统没有中心节点,各节点既可以是航行通告的发布者,亦可是航行通告的订阅者。各域内由一个区域信息中心负责本域内的信息交互,接收发布者的发布请求及订阅者的订阅请求,并提供信息分发的管理功能,如主题管理、订阅匹配管理等。各域内信息中心间保持资源的同步与共享,一个中心的瘫痪,不影响其他中心信息的数据分发与交互,大大提高了系统的可靠性。

通过接入本地区域信息中心,发布者注册自己所提供的信息(信息类型、属性和内容等)。区域信息中心将发布信息录入发布登记表中,从而实现航行通告的发布。

航行通告订阅者接入信息中心获得身份认证后,就可请求自己感兴趣的信息。信息中心负责及时与已注册信息进行匹配。匹配(包括区域内与区域间匹配)成功后,即告知订阅者发布者的详细信息,而后订阅者便可随时直接向发布者发出订阅请求。

### 2.1 航行通告主题

航行通告主题是航行通告发布者和航行通告订阅者间进行数据交换的虚拟通道,每个主题对象只能封装唯一一种数据类型,而一种类型的数据对象可以有多个实例,所以一个主题对象可以包含多个数据实例。各个数据实例之间通过某些特定的数据字段的值,即关键字(Key)来区分<sup>[12,13]</sup>,图 3 中给出相应的例子。

实际中,主要收集航线所经情报区及沿线机场的航行通告,故以情报区和机场的四字代码作为主题。

航行通告报文中 Q 代码的第 2、3 个字母表示航行通告所涉及的要素,可作为识别不同的数据实例的关键字。不同的关键字以关键字序号加以区别。而数据实例间,以数据样本序号来区别样本。数据样本中可用其余字段用来描述关键字的状态情况。

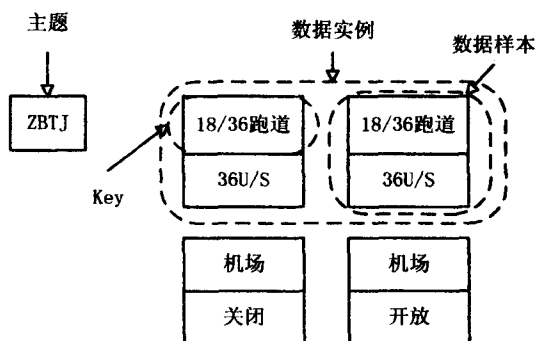


图 3 主题及数据实例举例

### 2.2 主题数据结构

航行通告数据分发服务中,主题对象包含有主题名称、关键字、关键字序号、数据样本序号、主题包含字段的数目及各个字段的数据类型,结合图 3,具体内容如表 1 所示。

表 1 航行通行数据分发服务主题数据结构

	内 容
主题名称	ZBTJ
关键字(Key)	18/36 号跑道
关键字序号	1
数据样本序号	2
字段数目	2
字段类型	{STRING, STRING}

除包含主题与关键字外,数据实例以关键字加以区别,关键字间以关键字序号加以区别。在数据实例内部,不同的数据样本序号用来区别不同的样本。数据样本中除关键字以外的其余字段用来描述关键字的状态。

### 2.3 故障节点更新

参考文献[5,6]中已对 DDS 通信序列进行了说明,文中将对部分订阅节点由于故障未能接收到信息的情况进行说明。航行通告数据分发服务中的各个节点通过检查自身的数据样本序号来判断在自身故障期间,是否有新信息发布。

故障节点数据更新过程如图 4 所示。

- 1) 新加入的订阅节点检查自身的样本序号;
- 2) 向 DDS 网络发布加入网络的申请,并向网络中的节点发送自身的样本序号;
- 3) 网络中的其他节点接收到信息后,对自身的样本序号进行检查;

4) 其他节点对检查的结果进行响应。向新加入的节点发送自身的样本序号

5) 新加入的节点对两个样本序号进行比较,若自身的比较小,则向相关节点发送传输数据请求;

6) 相应节点接收到请求后,向新加入的节点发送要求的数据。

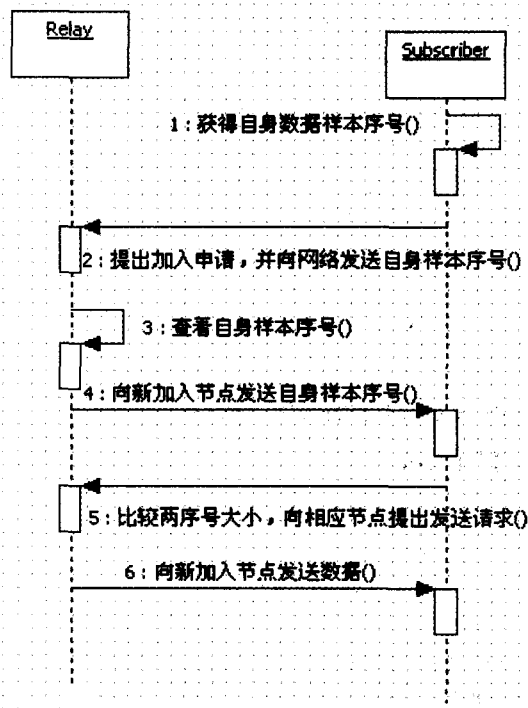


图 4 故障节点数据更新过程

### 3 结束语

基于 DDS 规范的航行通告分发服务,可实现在各个节点之间高效、高速地进行数据交换。通信双方在空间、时间和数据通信的松耦合性使得航行通告分发网络更易扩展。QoS策略大大增加了通信的灵活性,

从而实现了信息分发的最优控制。总之,基于 DDS 规范的航行通告分发服务实现了“在正确的时间、正确的位置获取正确的数据”的需求。

### 参考文献:

- [1] 国际民航组织. 从航行情报服务(AIS)向航行情报管理(AIM)过渡[R]. 出版地不详:国际民航组织,2010.
- [2] 中国民用航空局. 民用航空情报工作规则[S]. 2010.
- [3] 陆海翔. 中国航行情报服务的回顾与展望[J]. 江苏航空, 2003(3):17-18.
- [4] 刘军,孟飞. 民航航行情报处理系统的维护管理与常见故障处理[J]. 硅谷,2011(5):140-141.
- [5] 卢传富,钱兴华. 实时数据发布服务的研究[J]. 舰船电子工程,2006,26(1):64-67.
- [6] 樊志强. 实时数据分布式服务技术及其领域应用[J]. 程序员,2008(6):105-108.
- [7] Zhai Lidong, Guo Li, Cui Xiang, et al. Research on Real-time Publish/Subscribe System Supported by Data-integration[J]. Journal of Software, 2011, 6(6):1133-1139.
- [8] 张大海,赖兰剑,陈鼎才. DDS在分布式系统仿真中的应用[J]. 计算机技术与发展,2011,21(3):250-253.
- [9] 孙文俊,冯燕,张宏宇. 基于DDS的实时信息交换平台研究[J]. 指挥信息系统与技术,2011,2(1):49-53.
- [10] Kwon K J, Park C B, Choi H. A Proxy-based Approach for Mobility Support in the DDS System[C]//6th IEEE International Conference on Industrial Informatics. [s. l.]:[s. n.], 2008:1200-1205.
- [11] 张冬梅,王磊. 面向分布式网络的信息按需分层分发系统框架[J]. 自动化仪表,2011,32(8):36-39.
- [12] Chungwoo L, Jaeil H, Chulbum A, et al. Self-describing and Data Propagation Model for Data Distribution Service[C]//IFIP International Federation for Information Processing. [s. l.]:[s. n.], 2008:102-113.
- [13] 程雄,向慧. 对数据发布服务标准基本要素的研究[J]. 计算机与数字工程,2007,35(8):53-56.

(上接第 211 页)

- [8] 科波特. Linux 设备驱动程序[M]. 第 3 版. 北京:中国电力出版社,2006.
- [9] 宋宝华. 设备驱动开发详解[M]. 北京:人民邮电出版社,2010.
- [10] C++ GUI Programming with QT4[M]. 2nd ed. Beijing:Publishing House of Electronics Industry,2008:11-134.
- [11] 边肇祺,张学工. 模式识别[M]. 第 2 版. 北京:清华大学出版社,2000.

- [12] 张覃轶,谢长生. 电子鼻模式识别算法的比较研究[J]. 传感技术学报,2005,18(3):3-4.
- [13] Luo D, Hosseini H G, Stewart J R. Application of ANN with Extracted Parameters from an Electronic Nose in Cigarette Brand Identification[J]. Sensors and Actuators B:Chemical, 2004, 99(2-3):253-257.
- [14] Matlab for engineers[M]. 2nd ed. Beijing:Publishing House of Electronics Industry,2010.