

应用研究

DOI:10.19695/j.cnki.cn12-1369.2018.09.34

# AIS 通用船舶自动识别系统简介

张焱 马金鑫

(上海航天电子技术研究所,上海 201109)

**摘要:**星载AIS分系统是一种运行在低轨道卫星上的AIS信号监听装置,其主要功能为实现对星下可视范围内船舶AIS信号的监听和解调并将解调后的信息打包下传至地面站。本文主要介绍了星载AIS分系统的实现原理、AIS的信号格式及AIS信号源的实现过程。

**关键词:**AIS;信号格式;信号源

**中图分类号:**TP277

**文献标识码:**A

**文章编号:**1007-9416(2018)09-0072-02

通用船舶自动识别系统(Automatic Identification System, 简称AIS)是一种新型的船舶避碰系统。船载AIS收发机是一种装备在船舶上的信号收发装置,该装置一方面对外实时播发由传感器收集和人工置入的船舶动、静态信息,另一方面捕获周边其他船舶的动、静态信息,从而实现船舶对周边海洋环境的实时掌握<sup>[1]</sup>。

星载AIS信号侦察系统,通过低轨道卫星装配,可收到几百海里乃至上千海里内船舶的AIS信号并下传至地面站接收系统,可实现国家周边海域乃至全球海域的船舶信息跟踪<sup>[2]</sup>。基于上述优势,星载AIS系统目前受到各国的高度关注。

## 1 AIS系统概述

AIS分系统由AIS天线、AIS前置放大器、AIS接收机和高频电缆组成。卫星进入在轨飞行段时,AIS分系统开机。AIS天线负责接收海面船台发送的AIS信号,AIS分系统接收机主要完成AIS信号的接收、处理和数据转发。船舶台站发出的VHF频段信号经由星载AIS天线

接收后,经过放大器,滤波、下变频处理后,实现AIS信号的捕获、跟踪、解调功能,并生成AIS数字电文,通过LVDS信号接口作为侦听数据接口,将存储的数据信息发送给数传分系统,通过1553B总线作为总线数据接口,与数管系统相交交互,响应整星的指令<sup>[3]</sup>。

## 2 信号格式简介

AIS系统以帧为传输单元,每一帧包含数据576000bits,传输时间为1min。AIS系统每一帧的数据划分为2250个时隙,每个时隙的传输时长为26.67ms,传输数据量为256bit。

AIS系统数据帧格式包括8bit的前置码,24bit已知的训练序列,8bit起始标志,168bit数据,16bit帧校验序列,8bit结束标志以及24bit缓冲码,总共256bit的数据组成<sup>[4]</sup>,如表1所示。

AIS系统采用GMSK的调制方式,对非归零码序列进行了了一次高斯低通滤波,然后对滤波后的数据进行MSK调制,即实现了GMSK调制。

AIS整个信号源实现过程为:

首先进行NRZ编码:

$$a_n = a_{n-1} \oplus b_n, n = 1, 2, \dots, N$$

其中,  $a_0$  为0,  $b_n$  为输入的0、1序列。将输出  $a_n$  进行不归零反转,相位积分后分别得同向与正交支路。

由于同步序列与开始标志为确定的数字序列,故取该32bit数字序列为本地训练序列,用于寻找采样输入的信号的训练序列位置并粗略估计频偏值大小。

信号处理过程中采用4倍采样,所以在取本地训练序列时将调制的GMSK序列每隔4个点取一个,最终得到本地训练序列<sup>[5]</sup>。IQ调试信号如图1所示。添加噪声,通过滤波器输出,进入基带信号处理过程。

## 3 信号解调算法简介

接收机硬件主芯片选用TI公司的SMJ320C6701浮点DSP,DSP的工作频率为112MHz,外部总线宽度32 bits(字访问模式)。AIS接收机采用线性相干解调算法对基带信号进行处理,接收机需要获取

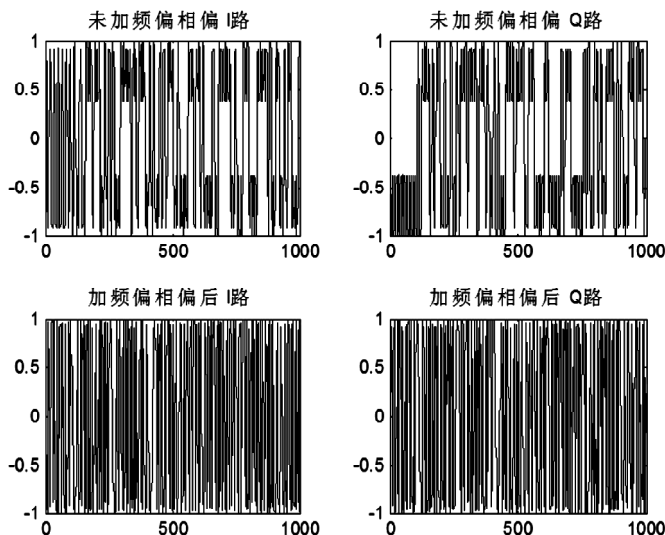


图1 IQ调试信号

表1 AIS信号格式

8bit	24bit	8bit	168bit	16bit	8bit	24bit
前置码	训练序列	开始标志	数据	帧校验序列	结束标志	缓冲码

收稿日期:2018-08-06

作者简介:张焱(1989—),女,汉族,山西晋中人,硕士研究生,研究方向:通信技术;马金鑫(1992—),男,回族,宁夏银川人,本科,研究方向:通信技术。

信号的初始相位,并进行精确的载波提取,需要接收机拥有本振、锁相环、载波恢复电路等。信号处理流程主要为:频偏粗估计、频偏补偿、FFT频偏精确估计、FFT频偏补偿、相位估计、锁相环、采样判决、误码率判断及三次采样串行搜索。

GMSK调制信号可以看作一种线性相位调制,即OQPSK偏移正交相移键控,其正交支路较同相支路延时了一个码元周期 $T$ 。对同相支路和正交支路分别以两个码元周期 $2T$ 为间隔进行定时采样,并且两支路错开一个码元周期 $T$ 采样。将对应的同相分量和正交分量相乘,即可得到采样输出信号 $y_n$ 。

$$y_n = \begin{cases} I(nT)Q((n+1)T), n=1,3,5... \\ -I((n+1)T)Q(nT), n=2,4,6... \end{cases}$$

采样后的信号 $y_n$ 再进行判决输出,为正,则判为1,为负,则判为0。得到判决数据 $a_n$ ,最后经差分译码输出即为所得序列 $b_n$ 。如图2所示,蓝色实线为 $y_n$ ,红色虚线为以0为门限所得到的判决数据 $a_n$ 。

三次采样串行搜索是指:通常捕获偏离的采样点在 $\pm 1$ 个点的区间范围,为消除捕获偏离采样点带来的误码、误包影响,分别在原最佳单采样点捕获解调的方案上,加入了最佳采样点附近 $\pm 1$ ,即三采样点串行解调,形成三次循环计算,以误码率为判断基准,当信号误码情况为0时,跳出循环,进行下一个时隙的信号处理。

#### 4 结语

本文主要介绍了AIS的信号格式及AIS信号源的实现过程,简单介绍了AIS信号解调算法的实现,对于工程实现及实验验证具有重要的参考价值。

#### 参考文献

[1]王艳军,王晓峰.AIS和北斗终端组合在船舶动态监控中的应用

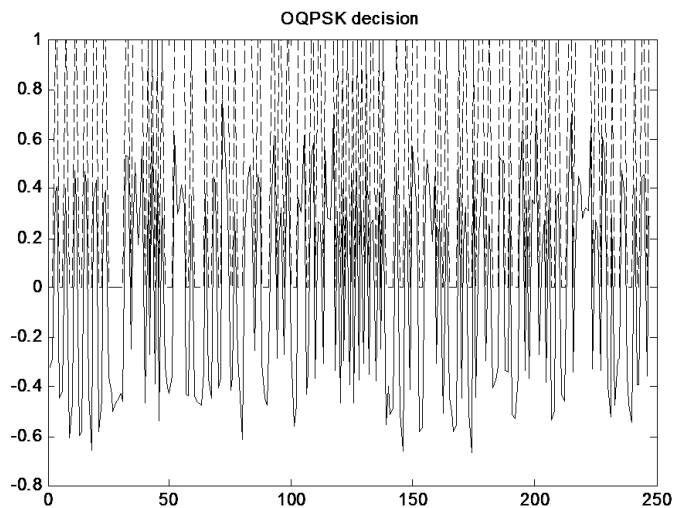


图2 采样判决后的数据

[J].上海海事大学学报,2011,32(04):17-21.

[2]计科峰,赵和鹏,邢相薇,邹焕新.小卫星载AIS海洋监视技术研究进展[J].雷达科学与技术,2013,11(01):9-15+20.

[3]贺超峰,徐铁,胡勤友,葛依东.应用北斗卫星导航系统的船舶AIS数据采集[J].上海海事大学学报,2013,34(01):5-9.

[4]邢辉,段树林,黄连忠,刘勤安.基于AIS数据的渤海湾地区海运排放测算[J].中国环境科学,2016,36(03):953-960.

[5]向哲,胡勤友,施朝健,杨春.基于AIS数据的受限水域船舶领域计算方法[J].交通运输工程学报,2015,15(05):110-117.

## AIS Signal Demodulation Algorithm's Research and Implementation

ZHANG Yan, MA Jin-xin

(Shanghai Aerospace Electronic Technology Institute, Shanghai 201109)

**Abstract:** The satellite-borne AIS subsystem is an AIS signal monitoring device operating on low-orbit satellites. Its main function is to monitor and demodulate the AIS signal of the ship in the visible range under the satellite and to packetize the demodulated information downloading to ground stations. This article mainly introduces the principle of the satellite-borne AIS subsystem, the signal format of the AIS and the realization process of the AIS signal source.

**Key words:** AIS; signal format; signal source

.....上接第71页

## Distributed Computing Platform Hadoop

KE Yan, MA Kai, ZHENG Yu-hui

(Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing Jiangsu 210044)

**Abstract:** With the development of computer technology and the Internet industry, the amount of data has exploded, making humans enter the era of big data. Faced with hundreds of terabytes or petabytes of data, traditional computer technology has been unable to meet the data processing needs of data storage and data analysis. To solve the problem of big data storage, big data analysis and big data management, researchers have developed a Hadoop distributed system platform to solve these problems. This paper mainly introduces distributed file system (HDFS) and parallel computing programming model (MapReduce) of distributed platform Hadoop.

**Key words:** big data; HDFS; MapReduce