

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学 号: X200331021

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于 AIS 的船舶实时监控系统的研究与实现

The Research and Implementation of the Vessel Real-time
Tracking System Based on AIS

魏 武 财

指导教师姓名: 余 臻 副教授

张杏谷 教授

专 业 名 称: 控 制 工 程

论文提交日期: 2008 年 月

论文答辩日期: 2008 年 月

学位授予日期: 2008 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2008 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于
年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ √ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘 要

船舶监控无论是对海事主管部门还是对各港航企业来说，都是十分重要的。目前对船舶的监控一般是利用雷达或 VHF 语音系统来进行，没有办法做到实时、快速。自动识别系统（AIS）是工作在甚高频（VHF）海上移动频段的自主、连续广播系统，在船舶之间、船舶与岸台之间交换船舶识别码、船位、航向及航速等信息。通过 AIS 获取到所需船舶的动态及静态信息，就可以对船舶进行全方位、实时的监控。

船舶实时监控是利用自动识别系统 AIS、电子海图系统、数据库技术对所有装有 AIS 设备的船舶进行监控。监控中心通过串口接收 AIS 接收机传来的 AIS 数据电文，解析后一边送到 AIS 船舶数据库存储，一边直接送到电子海图平台上进行实时显示，用户在电子海图平台上通过读取 AIS 船舶数据库来获得所需船舶信息。

论文介绍了 AIS 的组成、网络体系结构、与 AIS 信息处理相关的接口协议，提出系统的总体设计方案并对系统的功能进行划分，然后以 Visual C++ 6.0 为开发工具，对 AIS 信息电文进行解析处理，同时利用数据库访问接口 ADO 操作数据库以将相关的船舶数据保存到数据库中，最后介绍了在本单位自行开发的电子海图平台上显示相关船舶的动、静态信息。系统通过测试基本能达到设计的要求。

关键词：船舶自动识别系统；实时监控；电子海图

ABSTRACT

It is very important for either marine administration or port navigation enterprises to monitor the vessel. Currently, monitoring vessel is generally performed by radar or VHF voice systems, which can not satisfy the demand of real-time and rapid surveillance. Automatic Identification System (AIS) is an independent, continuous broadcasting system working in the marine mobile VHF band, which exchanges the vessel's identification number, position, direction and speed, etc between vessels as well as between the vessel and the shore. Through the AIS system we can acquire the ship's dynamic and static information and can monitor the ship omni-directionally and real-timely.

The vessel real-time tracking system employs the Automatic Identification System (AIS), Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) and database technology to control and monitor all vessels equipped with AIS. The data message received by the Monitoring Center through the serial interface will be resolved and then be sent to the AIS vessel database for storage. Meanwhile it will be sent to the Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) platform for real-time display from which users could obtain the information about vessels when reading the charts.

This paper has introduced the composition of the AIS, the architecture of network system, and the agreement related to the interface information of the AIS, based on which the overall design project of the system has been proposed and the functions of the system has also been categorized. Using Visual C++ 6.0 as the developing tool, we have resolved the AIS information message, with the vessel information conserved in the database employing the ADO interface. Finally, we presented the dynamic and static information displayed on the electronic chart platform as developed by our unit. The system has passed the performance test and we have demonstrated that the system design is rational and meets the design requirements.

Key words: Automatic Identification System; real-time monitoring; electronic chart

ABSTRACT	II
CONTENTS	V
第一章 绪论.....	1
1.1 研究背景及其意义.....	1
1.2 国内外研究现状.....	2
1.3 研究的内容和方法.....	3
第二章 自动识别系统(AIS).....	5
2.1 AIS 的组成及功能	5
2.1.1 AIS 的组成.....	5
2.1.2 AIS 功能特点.....	6
2.2 AIS 系统的网络体系结构	7
2.2.1 物理层	8
2.2.2 数据链路层	8
2.2.3 网络层	9
2.2.4 传输层	9
2.3 TDMA 数据链的同步	11
2.4 AIS 接口协议介绍	11
2.4.1 IEC 61162 协议.....	11
2.4.2 ITU-R M.1371-1 协议	14
第三章 系统总体设计及相关技术研究.....	17
3.1 系统总体设计	17
3.1.1 系统功能分析	17
3.1.2 系统总体框架	18
3.1.3 系统 AIS 数据流分析.....	21
3.1.4 数据库设计	22
3.1.5 系统开发环境	22
3.2 AIS 信息处理	24
3.2.1 ITU-R M.1371-1 电文的提取.....	24
3.2.2 ITU-R M.1371-1 电文的处理.....	24
3.3 船舶信息显示	28

3.3.1 电子海图概述	28
3.3.2 船舶信息显示	29
3.3.3 墨卡托投影和坐标转换	30
第四章 基于 AIS 的船舶实时监控系统的实现	32
4.1 串口通信	32
4.1.1 使用 Windows API	32
4.1.2 使用 VC++提供的串行通信控件	32
4.1.3 使用第三方编写的串口类	32
4.1.4 串口通信的实现	33
4.2 AIS 相关电文解析的实现	34
4.2.1 ITU-R M.1371-1 电文提取的实现	34
4.2.2 ITU-R M.1371-1 电文解析的实现	38
4.3 AIS 数据库操作	40
4.3.1 数据库访问接口的选择	40
4.3.2 数据库操作的实现	40
4.4 船舶信息显示的实现	42
4.4.1 坐标变换	42
4.4.2 船型显示	43
4.5 系统组成及运行结果	44
4.5.1 系统测试环境的组成	44
4.5.2 系统运行结果	45
第五章 总结与展望	48
5.1 总结	48
5.2 展望	48
参考文献	50
致 谢	52
攻读学位期间公开发表的论文	53

CONTENTS

Chapter 1 Basic Concepts.....	1
1.1 Background and significance of research.....	1
1.2 Present situation of domestic and foreign research.....	2
1.3 Research content and method.....	3
Chapter 2 Automatic Identification System (AIS)	5
2.1 Composition and function of AIS.....	5
2.1.1 Composition of AIS.....	5
2.1.2 Function of AIS.....	6
2.2 AIS network architecture.....	7
2.2.1 Physical layer.....	8
2.2.2 Data link layer.....	8
2.2.3 Network layer.....	9
2.2.4 Transport layer.....	9
2.3 Synchronization of TDMA data chain.....	11
2.4 Introduction of AIS interface agreement.....	11
2.4.1 Agreement of IEC 61162.....	11
2.4.2 Agreement of ITU-R M.1371-1.....	14
Chapter 3 System design and correlation technique research.....	17
3.1 System design.....	17
3.1.1 System function analysis.....	17
3.1.2 System network architecture.....	18
3.1.3 AIS data stream analysis.....	21
3.1.4 Database design.....	22
3.1.5 System development environment.....	22
3.2 AIS information processing.....	24
3.2.1 ITU-R M.1371-1 text extraction.....	24
3.2.2 ITU-R M.1371-1 text processing.....	24
3.3 Display of vessel information.....	28
3.3.1 Electronic chart outline.....	28
3.3.2 Display of vessel information.....	29
3.3.3 Mercator projection and coordinate transformation.....	30

Chapter 4 Realization of the vessel real-time tracking system	32
4.1 Serial port correspondence.....	32
4.1.1 Use Windows API.....	32
4.1.2 Use the VC++ serial communication control.....	32
4.1.3 Use the serial category prepared by third-party.....	32
4.1.4 Realization of serial port correspondence.....	33
4.2 Realization of AIS text analysis.....	34
4.2.1 Realization of ITU-R M.1371-1 text extraction.....	34
4.2.2 Realization of ITU-R M.1371-1 text processing.....	38
4.3 Realization of AIS database.....	40
4.3.1 Database visit connection.....	40
4.3.2 Realization of database operation.....	40
4.4 Realization of vessel information display.....	42
4.4.1 Coordinate transformation.....	42
4.4.2 Display of vessel shape.....	43
4.5 Composition and operation result of system.....	44
4.5.1 System test environment.....	44
4.5.2 Result of system operation.....	45
Chapter 5 Summary and forecast.....	48
5.1 Summary.....	48
5.2 Forecast.....	48
References.....	50
Acknowledge	52
Public publication paper during Study.....	53

第一章 绪论

1.1 研究背景及其意义

近年来,世界范围内的航运市场在飞速发展,港口船舶密度越来越大。尽管现在的航海技术有了长足的进步,但是海上船舶碰撞事故还是经常发生,给海上人命安全及海洋环境造成极大的威胁。产生这种现象的原因主要是由于用于船舶管理及避碰的各种助航仪器设备不能充分满足海上监控及通信的需要。当前航海上用于船舶监控的主要设备是雷达,船舶间为了航行安全而进行通信使用的设备主要是甚高频(VHF)无线电话。雷达设备是根据屏幕上的物标回波来识别目标的,这并不能直接反映目标的大小,在正常情况下,靠雷达回波也不能可靠地估计出目标的航向航速等一些对船舶航行十分重要的参数,特别是当船舶改向机动时,雷达回波会有一些的延时,即便是雷达自动标绘仪也是这样的。此外,目前船舶间通信依靠 VHF 无线电话,但由于没有有效的手段及时取得对方的标识信息,通信时只能靠通报自己或对方的船位来相互识别,这在船舶密度大的水域或是在船舶处于紧迫局面时是很难实现的^[1]。

当前,大部分港口交通管理系统(VTS)机构要求船舶在接近或进入 VTS 区域时要向 VTS 中心进行报告,所以船舶一到指定位置就要进行报告,然后 VTS 操作人员要在雷达屏幕上寻找到该船的雷达回波,并与船方反复核对位置后,才能实现对该船的跟踪,如果船舶发生碰撞或其它事故,利用 VTS 历史资料进行原因查找或责任认定是非常难以实现的^{[2][3]};同时,由于竞争日趋激烈,对各航运公司以及租船公司甚至货代公司来说,都需要及时了解本公司及相关航运公司的最新船舶动态信息,以提高管理效率,节约成本,从而抢占航运市场的制高点,这只能通过船舶配备的通信设备如 VHF 设备、卫星通信船站等来进行,各港航公司企业对船舶的监控没有办法做到实时、快速,从而给正常的经营管理活动造成很大的影响^[4];对各科研机构来说,需要调查港口的船舶交通流信息,以便提出高效通航的有力措施,这也只能到各港口海事管理部门调阅相关的船舶交通管理信息数据才能实现。

船舶自动识别系统(Automatic Identification System)简称 AIS 系统。它诞生于 20 世纪 90 年代。它是信息技术、计算机技术、卫星导航技术等高新技术在航海领域应用的新设备和系统。通过近几年的开发和研制,其发展迅速,日趋成熟。国际海事组织(IMO)和国际航标协会(IALA)经过调查研究和科学论证,已采纳了该系

统，并对海上人命安全标准公约(SOLAS)进行修订，增加 AIS 系统设备的条款。同时制定了 AIS 的性能标准及规定船舶强制安装 AIS 的时间，即自 2002 年 7 月 1 日进入 AIS 设备的实施期。中国海事局也于 2001 年 12 月 18 日发布了《关于做好配备通用船载自动识别系统(AIS)设备工作的公告》。国际电信联盟 ITU、国际电工委员会 IEC 也相应规定了 AIS 技术规范和测试要求。^[7]

AIS 实际上是一移动通信系统，它在海上 VHF 频段采用 SOTDMA 方式播发船舶的静态数据和动态数据，同时接收其它船舶发出的信息并显示。这将有助于船舶的识别和信息交换，从而提高船舶航行安全和效率。它是近年来几个国际组织，特别是国际海事组织(IMO)、国际航标协会(IALA)、国际电信联盟(ITU)共同促进研究的成果。

AIS 的目的是让所有船舶都安装有自动应答和识别装置，装有这种装置的船舶就可以互相“看得见”。船舶之间“看得见”，意味着不须人为介入便能够连续交换重要的航行数据，包括当前航行状态和其它动态信息。这对航海的安全、海上交通的控制和海事环境的监视是非常有益的。

AIS 系统的出现对传统的船舶监控带来新的理念，使海上船舶管理发生很大变化，各方通过 AIS 将获取到所需船舶的动态及静态信息，可以对船舶进行全方位、实时的监控^[5]。例如，对航运代理公司来说，基于 AIS 的船舶监控系统可以自动、实时、准确、全面地掌握在港船舶的动态信息，其各项监控功能成功应用于船舶代理业务中，它成为船舶调度的千里眼，发挥着重要的作用，系统的动态自动处理和预警功能成为船舶代理服务质量监督的手段，使船舶的代理在港口辅助作业中扮演更加重要的角色，同时还可以为船东提供越来越多的增值服务^[6]。

因此，本论文研究 AIS 技术在实时动态船舶监控系统的应用是有益和非常必要的。

1.2 国内外研究现状

1994 年，瑞典和芬兰首次提出了“无线 AIS”的概念，这是一种将自组织时分多址联接技术 SOTDMA(Self-Organized Time Division Multiple Access)应用于船舶间和船岸间的海上转发器系统，被称为广播方式的船舶识别系统。

1996 年 9 月，在国际海事组织航行委员会(IMO NAV)第 42 次会议上，决定未来的发展将采取以南非、瑞典、芬兰等国提出的广播式 SOTDMA 建议为基础，并将该系

统命名为通用自动识别系统(UAIS)。

1998年,国际电信联盟(ITU)通过《VHF海上移动频段时分多址船载自动识别系统技术特性》。

1999年11月,IMO NAV第45次会议通过《AIS强制安装决定》。

2000年6月,IMO海上安全委员会第73次会议通过了新修订的SOLAS公约第V章关于强制安装船舶自动识别系统的决议,并确定了AIS船载设备的安装时间表。^{[6][7]}

目前,国外一些相关机构在AIS信息应用领域的研究已经起步,并且达到较高的水平,很多开发厂商如英国船商公司、瑞典SAAB公司已经开发出了基于AIS、雷达的船舶监控系统,但是这些系统费用高,并且有时不能完全适合用户的需求。

我国对AIS研究工作与国际先进的国家相比开展的比较晚,但后续的发展速度很快,有相当多的关于AIS的文章发表,交通部海事局也于2000年开始组织有关人员开展对AIS的研究工作,编写了AIS应用技术研究报告和中国海事AIS配布方案,各科研单位、相关院校和海事部门也在积极开发基于AIS的船舶监控系统,有些系统已投入使用并且在不断完善之中^[8]。

1.3 研究的内容和方法

本论文基于本人参与的课题“海上游船舶AIS实时监控系统”,主要是对海上游公司所有安装了AIS设备的船舶进行实时动态的监控。论文研究的主要内容如下:

1. 通信接口

为了对船舶进行有效监控,必须利用AIS设备通过串口对船舶所发的动静态信息进行接收,目前,PC机一般都有串行接口,所以要利用Visual c++ 6.0对通信接口进行编程。

2. AIS数据的解析

通过AIS设备接收到的数据是按IEC 61162协议进行封装的,数据域中的二进制编码含义是由ITU-R M.1371-1协议规范的,只有对收到的数据按照相关协议进一步解析,才能最终获得船舶的动静态信息。

3. 数据库的设计

为了对接收到的AIS船舶动静态数据进行存储,就要进行相应的数据库设计,本系统是单机运行,虽然数据量较大,为方便起见,采用系统自带的Access数据库。

4. 船舶数据的显示

为了直观地监控船舶的动向，就要把接收到的数据实时显示在电子海图上。这可通过把接收到的船舶位置经纬度变换为屏幕坐标，叠加到相应的电子海图上来实现。

本论文主要分为四部分；第一部分从 AIS 的产生、发展入手，分析 AIS 的技术特点及其工作方式；第二部分全面介绍了系统的总体设计及对系统相关技术进行研究；第三部分阐述了系统的实现方法、组成及系统运行结果；论文最后部分根据分析、应用结果提出结论，并对后续研究提出建议。

第二章 自动识别系统(AIS)

2.1 AIS 的组成及功能

AIS 采用专用的国际频道, 按规定的通信方式和运行模式, 在其信号覆盖区域内, 自动向邻近的岸台和其他船舶播发本船的呼号和船名、船长和船宽、船舶与货物类型、船位、航向和航速等航行状态及安全信息。同时, 能自动接收来自配备 AIS 设备的船舶所播发的上述信息, 以及岸台 AIS 播发的相关信息。

2.1.1 AIS 的组成

一个典型的 AIS 船台由 1 台 VHF 发射机、2 台 VHF TDMA 接收机、1 台带有标准的船用电子通信接口的信息处理控制装置以及各种必要的传感器组成, 如图 2-1 所示^[9]。

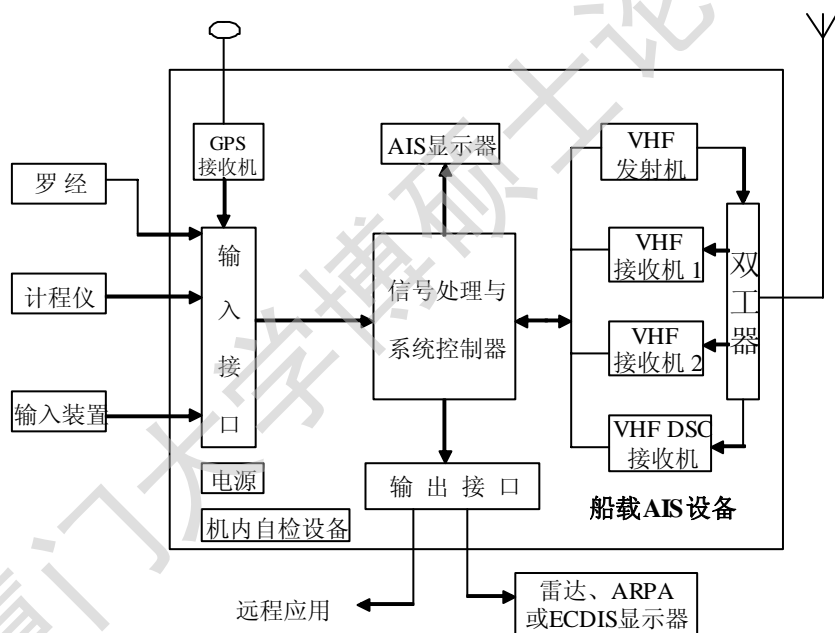


图 2-1 AIS 设备组成

从 AIS 设备组成示意图中可知, 该系统由四大部分组成: 数据的采集部分、信号处理与系统控制器、信息显示器、VHF 收发机部分。

2.1.1.1 数据的采集部分

接收来自 GPS 接收机的本船船位, 对地航速, 同步 UTC 以及来自电罗经的本船对

地航速等信号，转换成数字信号并输入信息处理器，还有包括从输入装置中输入的信息。接口电路对所采集的 GPS 及其它传感器数据进行转换处理，并输入信息处理器。

2.1.1.2 信号处理与系统控制器

这是 AIS 的核心部分，用于存储本船识别码、船名、呼号、船型等静态信息以及船舶吃水、危险货物类型、航线等航行相关信息；处理、存储本船动态信息；将存储的本船最新航行数据和必要的静态信息以及与航行相关的其他信息进行编码后送发射机；对接收来自周围其他船舶的航行数据进行解码并存储解码后的数据；将本船和其他船舶的航行数据等信息送信息显示器显示；信息处理器中包括船舶静、动态数据库以及对信息的处理、管理控制、时隙选择、同步监测、显示等相应软件。

系统控制器控制 VHF 收发机在 VHF 的 CH87B(161.975MHz)、CH88B(162.025MHz) 两个国际专用频道自动发射和接收通信协议规定的 GMSK 信号。GMSK 调制方式可改善 MSK 信号频谱特性，确保以尽可能窄的频带传输尽可能高的信息流。

AIS 的工作方式有自主连续模式(Automatic and Continuous)、分配/指配模式(Assigned)和轮询/受控模式(Polled or Controlled)。

2.1.1.3 信息显示器

用于显示各种数据及状态信息，监视系统运行状况。通常与雷达、ARPA 及电子海图显示器融为一体。

2.1.1.4 VHF 收发机部分

VHF 收发机由系统信息处理器控制，用 VHF CH87B(161.975MHz)，88B(162.025MHz) 两个国际专用频道自动发射和接收通信协议方案规定的高斯滤波最小频移键控(GMSK)信号，已调信号中含有本船和他船和航行信息，AIS 同时在这两个频率上接收信息，而发射信息是在这两个频率上交替进行。此外，主管部门还可以指配 AIS 的区域性频率。

2.1.2 AIS 功能特点

系统工作特点：在所有区域内自主和连续工作，由交管监视中心指配工作模式，以便于主管部门控制数据传输的间隔和时隙，数据的传输响应来自于船舶或主管部门的询问，有轮询和受控两种模式。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库