

首届中国航海类院校 研究生学术论坛论文集

《首届中国航海类院校研究生学术论坛论文集》编委会 编



大连海事大学出版社

首届中国航海类院校 研究生学术论坛论文集

《首届中国航海类院校研究生学术论坛论文集》编委会 编



大连海事大学出版社

© 《首届中国航海类院校研究生学术论坛论文集》编委会 2009

图书在版编目(CIP)数据

首届中国航海类院校研究生学术论坛论文集/《首届中国航海类院校研究生学术论坛论文集》
编委会编. —大连: 大连海事大学出版社, 2009.6
ISBN 978-7-5632-2309-1

I. 首… II. 首… III. 航运—学术会议—文集 IV. U6-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 080774 号

大连海事大学出版社出版

地址: 大连市凌海路 1 号 邮编: 116026 电话: 0411-84728394 传真: 0411-84727996

<http://www.dmupress.com>

E-mail: cbs@dmupress.com

大连天正华延彩色印刷有限公司印装

大连海事大学出版社发行

2009 年 6 月第 1 版

2009 年 6 月第 1 次印刷

幅面尺寸: 210 mm × 297 mm

印张: 37

字数: 1300 千

印数: 1~350 册

责任编辑: 姜建军

版式设计: 晓 江

封面设计: 王 艳

责任校对: 沈荣欣

ISBN 978-7-5632-2309-1

定价: 90.00 元

《首届中国航海类院校研究生学术论坛论文集》

编委会

- 主任: **贺建华** (交通运输部科技司司长)
- 副主任: **李 军** (国务院学位办副主任)
- 张延华** (交通运输部科技司副司长)
- 周浩波** (辽宁省教育厅常务副厅长)
- 王昭翮** (大连海事大学党委书记)
- 王祖温** (大连海事大学校长)
- 委员: **于 敏** (交通运输部科技司教育与培训处副处长)
- 王庆东** (辽宁省学位办主任)
- 于洪亮** (大连海事大学研究生院常务副院长)
- 余恩勤** (上海海事大学研究生部主任)
- 张怀民** (武汉理工大学研究生院副院长)
- 林少芬** (集美大学研究生处处长)

主 编: **王祖温**

副主编: **孙玉清**

编 委: (以姓氏笔画为序)

于洪亮	尹东年	王凤武	王宏志	王 亮	司马琢
吴政军	孙宏利	孙俊才	许文海	闫 旭	何丽新
张吉平	张丽英	张显库	李志文	杨建国	肖英杰
邵哲平	陈宝忠	单红军	周新聪	孟丽艳	范世东
郑长良	金一丞	洪碧光	赵 微	徐久军	徐邦祯
徐秩群	郭 萍	高洪涛	韩立新	熊 伟	蔡力勋
蔡振雄	潘新祥	戴 冉			

序 言

历史告诉我们：航运强则国强；改革开放 30 年告诉我们：航运强则经济盛。无论是强国还是经济建设都需要航运的支持。发展航运业，加快推进我国由航运大国向航运强国转变则更需要航海教育的有力支撑。

航海教育是中国高等教育的重要组成部分，研究生教育是中国高等教育的最高端，航海类专业研究生的教育质量对我国航运人才的培养质量更起着举足轻重的作用。“首届中国航海类院校研究生学术论坛”为中国高等航海教育的发展注入了新的生机和活力，是一次有益的尝试和探索，加强了航海类院校研究生之间的学术交流，促进了跨校、跨院系高层次学生之间的知识研讨，使得不同的思想观点相互碰撞、相互融合，激发了研究生的创新激情，提高了研究生的创新能力，产生了很多优秀成果，很多论文颇有价值，从中可以窥见作者艰辛的跋涉和不懈的努力。

本次论坛评选出了优秀论文一等奖 12 篇，二等奖 60 篇，为进一步扩大交流与合作，实现成果共享，我们将学生的参会论文合集成册，公开出版。

海共日灿兮，事乃成大业。希望同学们能够继续钻研，树立建设航运强国的责任感和使命感，在各自的领域内做出新的成绩，为我国航运业乃至世界航运业作出更加卓越的贡献。

知识与智慧的碰撞必将孕育美丽奇葩！

《首届中国航海类院校研究生学术论坛论文集》编委会

目 录

水上智能交通

基于AIS信息源的数据挖掘平台的研究	唐存宝	邵哲平	潘家财 (1)
航道水深实时监控系统的原理及实现方法	李红祥	吴建华	文元桥 (6)
海上风电场对航海雷达影响的理论分析	张金奋	刘克中	喻 钦 (10)
贝叶斯网络应用于海上交通事故致因分析的可行性		尚云龙	郑中义 (14)
基于TCP/IP的船舶运动控制与监测仿真系统	杨 杨	沈智鹏	郭 晨 孙建波 (19)
船舶纵倾、舵角及水深对操纵性指数影响的研究	徐海军	李学东	吕巍巍 (25)
超大型船舶停船性和旋回性简要分析	吕巍巍	徐海军	张玉喜 (29)
山东半岛东北亚国际航运中心通道规划研究	李 娜		靳志宏 (32)
浅谈拖船辅助式动力定位系统	张 杰	吴 宇	(36)
船舶搁浅致因分析研究	朱怀伟		郑中义 (41)
港口疏浚船舶作业状态实时监测系统的研究	许建峰		翁跃宗 (45)
无线传感器网络在航标遥测系统中的应用初探	黄艳玉	张杏谷	郑佳春 (49)
层次分析法在水上突发事件预警中的应用	桑凌志		郝 勇 (53)
证据理论在海上交通管理安全评价中的应用	郭威治	江福才	文元桥 (56)
弯曲河段桥梁通航孔净空宽度的计算方法探讨	李丽丽		江福才 (62)
我国近海海上航行风险预报系统研究	王 骁	石爱国	尹进勇 吴 明 应荣镨 (67)
船舶操纵模拟器的发展与新技术	秦 萍		刘 彤 (73)
基于船速比转向效果的定量分析	陈海力	李学东	陈建亭 (77)
滚装船的综合安全评价方法研究	黄通涵		鲍君忠 (81)
水上安全监管4R模式及应用研究	袁宗祥	严新平	谭志荣 (87)
武汉大桥桥区水域航道的船位分布规律研究	肖方亮		刘明俊 (93)
便携式船舶导航系统研究	张洪平		苏维嘉 (97)
浅谈有流港水尺计量产生的误差	聂细亮	张 军	李 印 (102)
完善我国海洋油污应急反应体系的“一案三制”			黄跃峰 (105)
GPRS通信技术在航海领域中的应用			李洪星 (111)
对航道内船舶碰撞风险评估的几点思考	裴景涛	白 军	张玉喜 (114)
DCPA与TCPA估算图谱的研究	李学东		赵月林 (118)
模糊聚类传递闭包法的改进	徐东坤		鲁明羽 (122)
牛顿插值在航海数值计算中的应用	陈丽宁	秦 萍	(126)
海上交通信息网络平台建设的研究	梁晓玲		孟宪尧 (130)
浅述综合安全评估在航海中的应用	齐 壮	王凤武	路其军 (134)
大风浪中船舶航行安全评估方法综述	路其军	王凤武	齐 壮 (138)

轮机与海洋工程

无人驾驶小艇无舵双桨电力推进与操控技术研究	陈晓亚	褚建新	王建华	(142)				
含纳米Cu、La ₂ O ₃ -Ce ₂ O ₃ 粒子柴油机润滑油的摩擦学性能研究	顾彩香	朱冠军	田晓禹	尹衍升	吉桂军	李伟	朱光耀	(147)
船用海水淡化装置火用分析							李华	(151)
船体薄板结构焊接变形仿真模拟研究						张蔚	袁萍	(155)
数据库系统在船舶动力系统设计中的应用						王磊	周瑞平	(159)
船舶装载计算软件的通用性研究与开发						王良武	周瑞平	(164)
散装谷物船舶稳性核算软件的研究						谢俊超	周瑞平	(169)
三通道航海视景系统建模与仿真	刘春江	陈辉					商蕾	(174)
船舶主推进系统设计软件开发研究						王艳国	周瑞平	(177)
船舶冷藏装置节能与管理技术						程利辉	张存泉	(182)
基于小波分析的船舶同步发电机故障诊断研究						崔志超	阮初忠	(187)
基于马尔可夫船舶电站冗余系统可靠性分析	陈子凯	林少芬					江小霞	(190)
船舶分油机虚拟拆装及评估系统的研究	黄利国	杨国豪					徐轶群	(195)
故障树分析方法在船舶主机气动遥控系统的应用	李斯钦	杨国豪	黄加亮				徐轶群	(199)
基于组态软件的船舶主机遥控仿真系统设计	郭家建	杨国豪	万隆君	徐轶群	黄加亮			(203)
船舶生活污水处理装置瓶颈问题的研究	李玉乐	蔡振雄	林金表	郭俊杰				(207)
磁记忆技术对船舶柴油机曲轴裂纹故障的在线检测	程子坤	林金表	廖建彬	李寒林				(212)
船舶液压舵机机液联合仿真研究	林福泉	林少芬	陈清林	曾胜斌				(215)
新型船舶细水雾喷头的设计与仿真研究	杜友威	徐忠	陈海泉	姜培源	顾长智	梅涛		(218)
溴化锂水溶液在喷管中流动的数值模拟					王锐		高洪涛	(223)
风险控制在海上交通安全管理中的应用研究							杨建立	(230)
基于谐振软开关的0~48 V可调数控电源设计	王礼庆	樊印海	徐晶晶					(235)
交流同步电动机数学模型的研究	任俊杰	黄懿	冯惠					(240)
新型液气缓冲器设计及分析	李明智	张兴明	许文	陈海泉				(246)
基于MEMS的液压系统V锥流量计的设计仿真	顾长智	张洪朋	梅涛	杜友威				(250)
基于熵权理论的船舶动力装置安全综合评价	宋立国	潘新祥	高路	刘立国				(255)
船舶主机缸套冷却水温度自动控制系统的研究	张立文	赵殿礼	张春来	姜晓娜				(259)
电力推进船舶能耗制动电路的设计与计算			任洪莹	冯惠				(263)
船舶应急电站的仿真研究	鲁道毅	张均东	李东辉	荆伟				(267)
船用交流断路器选择及协调性分析方法的研究	王浩亮	赵殿礼	张春来					(271)
基于DSP的船舶电站自动控制装置的设计	纪涛	牛小兵	谭跃					(276)
基于UG二次开发的螺旋桨参数化建模		邓金文	程东					(281)
船舶舵机仿真系统的设计与实现	马驰誉	王冬捷	马杰					(285)
基于证据理论的船舶机舱消防安全评价	刘立国	潘新祥	宋立国	高路				(289)
典型结构围油栏适用条件的数值实验研究	封星	吴宛青	张彬	陈雷				(293)
新型单元管式吸附床的模拟优化设计	于可真	潘新祥	曹晨	董景明				(298)
基于模糊理论对化学品码头岚山港的安全评价	高路	潘新祥	宋立国	刘立国	王海			(303)

船舶燃油净化系统设计与仿真研究	胡 军 张均东 冯金红 姜瑞政 许正福 (307)
船舶轴带发电—能量回馈负载复合系统研究	王中强 任 光 张桂臣 马 杰 (312)
船舶进入浅水域时的动态模型算法的仿真研究	刘向东 周晓鹏 林叶锦 齐小伟 (316)
基于速率的起重机摆振控制系统原理及数学建模	刘春阳 陈海泉 许 文 徐 忠 (320)
船舶并行协同设计文档管理系统功能与实现	宋晶晶 刘寅东 苏绍娟 (324)

航 运 法 制 建 设

谁为海盗赎金买单?	赵宏津 (328)
在建船舶浮动抵押之法律制度探析	孙 熹 (332)
造船合同中外方违约的法律风险及对策	刘 初 (336)
索马里海盗赎金引发的管货义务强制性再思考	陈永灿 (340)
浅论两岸海上直航之船舶挂旗方式	丘 婷 (344)
论海盗行为对海商法的影响	袁利伟 (348)
现代海盗行为对海上保险责任认定的影响	张 曦 (352)
无单放货中保函的价值分析	于海宁 (357)
建造中的船舶所有权归属问题之探析	高 静 (361)
中资船舶方便旗问题研究	周 怡 (365)
船舶强制打捞费用弹性赔偿机制法律问题研究	高培芳 (369)
方便旗船雇用中国船员若干法律问题研究	周 路 (373)
试论我国如何应对避难地问题	刘笑天 (376)
船舶碰撞构成要件研究	李永辉 (380)
关于承运人火灾免责制度的思考	黄 晟 (385)
试论海上保险利益的法律利益原则及经济利益原则	黄雅竹 (390)
论保险利益原则在我国海上保险中的确立	田 慧 (393)
借被保险人之眼析海上保险之委付制度	韩琳璐 (396)
海盗赎金的法律问题研究	徐 昕 (400)
《2001年燃油公约》生效后对我国的影响及其对策	吕 迪 (403)
我国惩处海盗罪的法律错位与对接方案	韩 建 (407)
对海盗赎金性质的分析	郭 庆 (411)
FUND纯经济损失赔偿模式对我国相关立法之启示	王彦斌 (416)
论船舶碰撞造成船员人身伤亡的赔偿责任分担	李 璇 (420)
国际海运市场反不正当竞争执法与监督主体研究	崔淑燕 (424)
从争议中论证构建船舶用益物权	谷 穗 (429)
《鹿特丹规则》单证托运人制度评析	宋海华 (433)
CMI《关于责任限制程序规则指南》对完善我国责任限制程序制度之借鉴	贾 楠 (437)
海上侵权行为法的价值基础	李 鹏 (441)
《鹿特丹规则》下新的运输主体的海事赔偿责任限制问题研究	林彦彦 (446)
对经济危机下造船业并购重组的冷思考	唐雪莲 (449)
《鹿特丹规则》下控制权制度的发展历程及完善	谢荷怡 (452)

论《鹿特丹规则》中控制权的行使	于 跃 (456)
惩治海盗犯罪的国内刑事立法探讨	甘瑞丰 (461)
论《鹿特丹规则》下的适航义务	吴赶杰 (465)
强制清污费用的损害赔偿法律问题研究	许少彬 (470)
论我国对海上航行安全的刑事法律保护	张仙姬 (474)
中国造船行业兼并重组的法律风险及其防范	刘 珊 (478)
NEWBUILDCON对我国造船业影响若干问题研究	施 歌 (482)
关于赎金可否列入共同海损的一些思考	丁晓蕾 (485)

海上交通装备

基于激光传感器的桥区在航船舶交通流检测系统	陈 晨 吴 青 谢 磊 马 枫 (489)
基于AIS的内河智能航标体系设计	马 枫 严新平 刘正林 (493)
应用生成—测试法的散装谷物船舶自动配载方法	喻 钦 刘克中 李海蛟 (497)
50钢超高周疲劳断裂研究	唐维维 王 弘 蔡力勋 (502)
基于DCB试样的柔度方法	金 蕾 孙 浩 蔡力勋 (506)
CALS框架下的舰船技术文档中元素的抽取	安 钊 徐宗昌 孟祥辉 (510)
基于CALS的舰船交互式电子手册设计	郭红芬 姜巍巍 徐宗昌 (514)
Ti6Al4V表面W-Mo合金渗层的性能研究	黄 俊 张平则 吴红艳 (518)
船舶舱底污水微生物降解基础研究	蒋艳敏 朱鸣鹤 郑道昌 (523)
掺杂稀土元素对Sialon陶瓷微观结构及力学性能的影响	张 丽 单英春 徐久军 (528)
中温固体氧化物燃料电池电解质 $\text{Ce}_{0.8}\text{Sm}_{0.2}\text{O}_{1.9}$ 的制备与性能	荆 波 孙俊才 李 嵩 文钟晟 季世军 (532)
船用遥控多功能水炮关键技术的研究	李 鑫 弓永军 马文琦 (536)
新型节能气驱气体增压器的研究	王 旭 王海涛 熊 伟 (540)
两自由度稳定平台的运动学分析	王芳菲 关广丰 (544)
基于单片机的增压器控制系统设计	徐 哲 熊 伟 (548)
集成训练功能的舰船IETM研究	曹冒君 徐宗昌 (552)
一种磁流变阻尼器控制系统的试验方法研究	曹 磊 冯志敏 (556)
基于CAD/CAM系统的船舶减摇鳍系统的推行	杜 磊 (562)
基于仿真技术的斗轮堆取料机工作装置的动态特性研究	王 博 王 娟 (567)
管道泄漏检测实验系统的误差分析	胡 琼 范世东 (572)
纤维增强复合材料在船舶结构上的应用	王建立 王文伟 孙先念 (577)
聚氨酯乳液的合成及性能研究	王 耀 齐育红 张占平 (580)



基于 AIS 信息源的数据挖掘平台的研究

唐存宝 邵哲平 潘家财

(集美大学, 福建 厦门, 361021)

摘要: 海上交通调查的基本目的是采用一切有效手段收集海上交通的基本数据并随之进行统计分析和理论研究, 以便从宏观上和微观上掌握和了解海上交通的实际状况、基本特征和一般规律。本文基于分布式系统所采集的 AIS 信息, 利用数据库技术, 通过聚类和分析统计的方法建立了对 AIS 信息源进行数据挖掘的平台, 得出表征海上交通现状的特征值。该平台可为再从事 AIS 信息深度数据挖掘、海上交通流预测和海上交通工程建设与规划提供基本数据保障。

关键词: AIS 信息, 海上交通调查, 数据挖掘

0 引言

海上交通调查的基本目的是采用一切有效手段收集海上交通的基本数据并随之进行统计分析和理论研究, 以便从宏观上和微观上掌握和了解海上交通的实际状况、基本特征和一般规律。传统的海上交通调查是通过海上交通观测、查阅港口船舶记录和问卷调查等手段来获得的。随着 AIS 信息的广泛应用, 传统的海上交通调查手段显得不足。AIS 的出现及其广泛应用, 不仅提高了船舶航行效率与安全, 而且还为海上交通流等海上交通实况进行数据挖掘提供了可靠的保障。基于 AIS 的海上交通调查主要优势主要有^[1]: 提高位置精确度; 提供实时操纵数据; 解决或改善其他常规方法在探测物标中出现的问题; 实现了船舶自动识别; 节省财力、物力等。AIS 信息的优势, 促使了利用 AIS 信息建立数据挖掘平台以更好地分析海上交通实况的研究。

数据挖掘是从大量的数据中提取或“挖掘”知识^[2]。数据挖掘的条件有两个: 一是要有大量的数据; 二是要有相关领域的知识, 根据知识判断决策, 在大量的隐含的数据中寻找感兴趣的规律或模式。来自 AIS 信息采集系统的信息量是非常可观的, 同时, 海上交通工程领域的知识为利用 AIS 信息进行数据挖掘提供了最终可行与可靠保障。

目前国内针对 AIS 信息数据源从事数据挖掘的工作还刚起步, 本文基于 AIS 分布式系统所采集的 AIS 源数据, 利用 Visual C++ 及 Microsoft SQL SERVER 等工具建立了 AIS 数据挖掘平台。

1 平台总体框架

基于 AIS 信息的数据挖掘平台是船舶 AIS 信息服务系统的一个拓展功能。船舶 AIS 信息服务系统的结构如图 1^[3]。分布在各地的 AIS 数据接收机实时把数据通过 Internet 传入到数据库服务器, 经应用系统处理后一方面发布到客户端, 一方面转发到第三方。在数据库服务器中, 数据以两种方式存储, 一种是数据解码后存放在数据库中, 一种是对接收的 AIS 电文语句直接存入文本文件。这种文本文件就是挖掘平台的主要数据来源。平台框架如图 2。

平台首先取出数据库服务器中的文本文件, 然后针对能够反映海上交通实况的数字特征确定数据挖掘对象, 接着根据对象的需求设计数据库并建立解码入库模块, 由于 AIS 信息存在不确定性因素以及 AIS 信息的不完善性, 需要对数据库中的 AIS 信息进行整理和提纯。建立了 AIS 数据库之后, 接着对挖掘对象设计算法, 最后利用相关工具和技术建立平台。

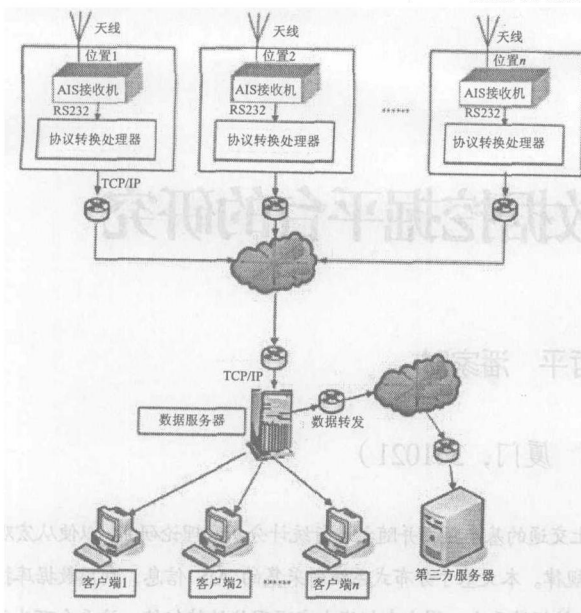


图1 船舶 AIS 信息服务系统结构

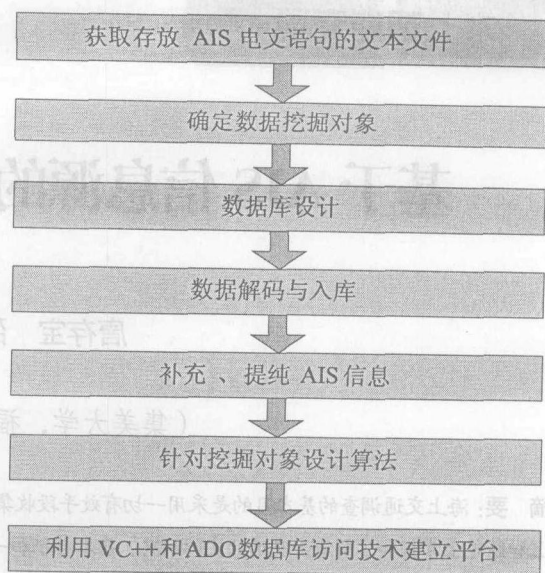


图2 数据挖掘平台流程图

2 平台子过程

2.1 挖掘对象的确定

海上交通指的是指定区域内船舶运动的组合与船舶行为的总体^[4]。把人、船和环境三者统一在一个交通系统中,是海上交通研究的主要方法^[5]。其中交通构成主要是从船舶尺度(船长、吃水、总吨位)和船舶种类(货船、油船、客船、渔船)来考虑的。平台就以能够反映海上交通实况的交通构成作为数据挖掘对象。征求了有关从事海上交通研究的专家后,采用聚类方法,确定挖掘的具体内容如下:

- (1) 船舶数量分布;
- (2) 集装箱船、散货船、油船、危险品船数量分布;
- (3) 船舶吃水分布;
- (4) 船舶船长、船宽分布;
- (5) 船舶吨位分布。

2.2 数据库设计

数据库设计原则是根据挖掘对象的要求建立数据库。结合 AIS 信息量庞大的特征,要求建立动态信息表、静态与航次信息表。但是如果把所有数据都放入这两个表,会造成这两个表的记录十分庞大,极大降低了程序访问数据库的效率。为了避免这种局面,结合参考文献 6 所提到的数据类型选择技巧、数据规范化、使用索引等问题,对这两表针对不同的港口水域不同的时间建立数据基表,即每一个 AIS 站点每月有一个动态信息表,一个静态与航次信息表。除了这两类表之处,还有一个非常重要的表即船舶特性表。建立船舶特性表主要有两点原因:

- (1) AIS 静态与航次数据的人为影响因素较大。船长、船宽、吃水、船名、呼号等静态与航次数据是由船舶驾驶员录入的,受船员素质的影响较大。
- (2) AIS 信息的不完善性。AIS 所提供的数据并没有包括总吨位、净吨位、干舷、所属公司、中文船舶名、国籍、建造时间等船舶信息。

船舶特性表的数据主要来源于海事部门、港航企业、货代公司、造船厂等单位。利用这些数据结合 AIS 静态数据,共同组成船舶特性表。在此表,字段 MMSI 设为主键。动态表与航次表的字段 MMSI 设置为外键,实现外键约束。本平台利用这三类表完成数据挖掘。特征表、动态表部分字段如图 3 和图 4 所示。



列名	数据类型
mmsi	bigint
cn_shipname	varchar
en_shipname	varchar
nationality	varchar
cn_owner	varchar
en_owner	varchar
length	float
breadth	float
gross tonnage	float
net tonnage	float
cargo tonnage	float
imo	varchar
shiptype	varchar
buildingtime	varchar
maxheight	float
ship_type	varchar
pos_fixing_type	varchar
callsign	varchar
freeboard	float

图3 船舶特征表设计

列名	数据类型
MMSI	bigint
LONGITUDE	varchar
LATITUDE	varchar
POSTACCURACY	varchar
RECDATETIME	varchar
COG	numeric
SOG	numeric
TUREHEADING	numeric
NAVIGATIONSTATUS	varchar
ROT	varchar
PORT	varchar

图4 动态表设计

2.3 解码入库与数据提纯

解码入库就是要从指定文件夹内搜索所有的符合 AIS 电文格式的文本文件，放入文件列表，对每个文件遍历所有语句进行解码、放入数据库。过程用到的算法主要有：文件夹搜索算法、判断是否符合 AIS 电文格式算法、AIS 多语句解码算法、插入到数据表算法。详细解码算法见参考文献[7]。

数据提纯一方面指对数据库中不符合规范的数据进行规范整理，包括删除无效记录（如 MMSI 为 0）、修改明显错误记录（如船名上附了多余字符）；另一方面是指利用从海事部门等单位得到的详细船舶数据并优先考虑其准确性，同时结合 AIS 静态数据，完善船舶特征表。

2.4 算法设计

由于数据表的记录比较大，为了提高程序访问速度。必须优化算法。这里算法设计主要指数据挖掘对象所需数据集的选择，主要体现在 SQL 查询语句上。算法设计的原则如下：

- (1) 用尽量少的记录集实现所有需求。这是最重要的一条。这就要求把需求相似的划分在一块，统一用一个记录集查询。如船长、船宽、吨位的查询具有相似性，各类型船舶数量查询具有相似性。
- (2) 用数据库编程得到所需记录集，然后传送给程序。而并不是在程序中得到较多记录集，在 VC++ 等开发环境上编程。

2.5 平台建立

利用 Visual C++ 和 Microsoft SQL Server 工具，针对以上的子过程，建立数据入库模块、数据分析模块、获取相应记录集模块、ADO 数据库访问模块^[8]。建立的平台界面如图 5 所示。在图中，可以选择三个 AIS 站点水域，选择起止时间，就可以显示出海上交通的数据特征。其中，吃水大于 12 m 的平均值指的是吃水大于 12 m 所有船舶的平均吃水，其他含义类似。

3 实例分析

表 1 是本平台测算的 2008 年 8、9 月份厦门海天码头周围水域的数据。表中按每月上、中、下旬聚类、统计。并以船型数据为例，得出散点图 6。



船舶数量统计对话框

统计条件

选择水域: 厦门港

选择水域: 厦门港

选择水域: 厦门港

起始时间: 2008 年 8 月 1 日 0 时 0 分 0 秒

终止时间: 2008 年 8 月 11 日 0 时 0 分 0 秒

统计

清空

取消

统计结果

	数量: 艘	平均: 艘/天		数量: 艘	平均: 米或吨
船舶总数量	375	37.5	吃水大于12米	29	13.312010
客船	11	1.1	吃水大于10米	60	11.611104
货船	248	24.8	船长大于300米	18	334.33227
非运输船	18	1.8	船长大于200米	84	269.09239
油船	35	3.5	船宽大于20米	156	30.802756
集装箱船	111	11.1	船宽大于30米	96	36.532441
散货船	12	1.2	总吨大于3000吨	138	36565.746
危险品船	35	3.5	总吨大于1万吨	99	48013.060

图5 平台的用户界面

表1 厦门海天码头水域两个月的船舶特征表

数字特征 \ 月份	8			9		
	上	中	下	上	中	下
每日船舶艘数(艘)	37.5	35.8	35.0	35.2	30.8	37.1
每日货船艘数(艘)	24.8	22.6	21.6	22.3	19.1	22.3
每日集装箱船艘数(艘)	11.1	10.4	11.3	10.7	8.6	10.4
每日散货船艘数(艘)	1.2	1.2	1.0	0.8	1.1	0.7
每日危险品船艘数(艘)	3.5	3.7	4.0	3.8	2.6	3.9
每日油船艘数(艘)	3.5	4.2	4.1	3.2	2.6	3.9
平均吃水(≥12m)(m)	13.3	13.2	13.2	13.0	14.1	13.7
平均船长(≥300m)(m)	334.3	336.4	331.9	339.0	333.5	330.0
平均船宽(≥30m)(m)	36.5	36.5	37.1	36.8	36.2	37.5
平均吨位(≥3000t)(t)	36586	35750	38936	37359	38041	42219
平均吨位(≥10000t)(t)	48013	47988	51417	49769	47732	53225

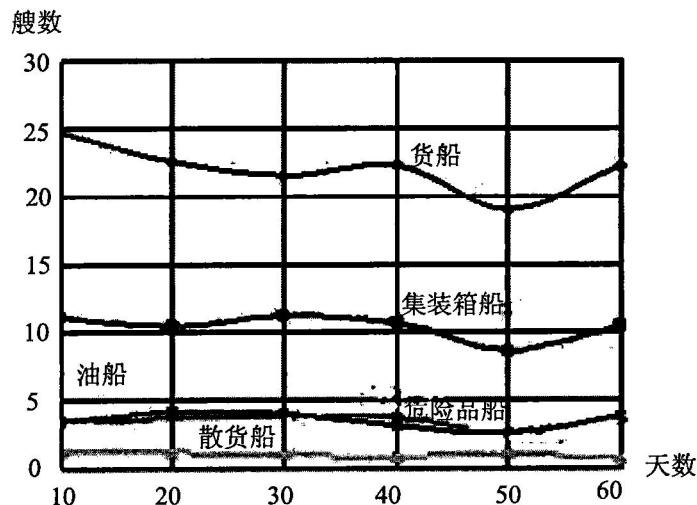


图6 船型散点图

从散点图上可以看出,各种船型的数量无较大起伏。货船总数首先下降然后开始波动。集装箱船占了货船的较大比例;危险品船和油船数量基本上相等。散货船最少,维持在1艘左右。

4 平台的未来工作

本平台是AIS数据挖掘的起步阶段。今后的工作重点主要有:

- (1) 建立面向主题的AIS数据仓库及OLAP系统;



- (2) 船舶速度分布、航迹分布、密度分布, 船舶到达规律, 交通流模型的研究等;
- (3) 结合 ECDIS, 把反映海上交通的数字特征在海图上形象化显示;
- (4) 融入船舶 AIS 信息服务系统, 发布到客户端。

5 结束语

本文基于分布式系统所采集的 AIS 信息, 利用数据库技术, 通过聚类和分析统计的方法建立了对 AIS 信息源进行数据挖掘的平台, 得出表征海上交通现状的特征值。该平台可为再从事 AIS 信息深度数据挖掘、海上交通流预测和海上交通工程建设与规划提供基本数据保障。

参考文献

- [1] 白明宇, 戴冉. AIS 在海上交通调查中的应用[J]. 中国航海, 2006(1)
- [2] Jiawei Han. Data Mining: Concepts and Techniques[M]. Beijing: China Machine Press, 2006
- [3] SHAO Zheping, SUN Teng-da, PAN Jiakai, JI Xianbiao. (2007). Vessel information service system based on ECDIS and AIS[C]. Proceedings of ICTE 2007, ASCE, 1678-1683
- [4] 吴兆麟, 朱军. 海上交通工程[M]. 大连: 大连海事大学出版社, 2004
- [5] 邵哲平, 吴兆麟, 方祥麟. 海上交通系统安全定量评价办法[J]. 大连海事大学学报, 1983(1)
- [6] 刘爱琴. 数据库设计中的几个问题[J]. 太原大学教育学院学报, 2006(1)
- [7] 黄丽卿, 胡稳才, 邵哲平. AIS 输出数据包解包技术研究[J]. 集美大学学报, 2007(1)
- [8] 吴海亮, 吴海燕. VC 中使用 ADO 技术访问数据库[J]. 电脑学习, 2002(1)



航道水深实时监控系统的原理及实现方法

李红祥 吴建华 文元桥

(武汉理工大学 航运学院, 湖北 武汉, 430063)

摘要: 航道水深是决定航道通航能力的关键因素, 准确及时地发布航道水深信息可以使船舶合理配载货物, 提高船舶航行的安全性和经济效益。为了更好地掌握航道水深信息, 引入了航道水深实时监控系统的概念。该系统是基于测深仪和 AIS 设备而构建的, 它通过 AIS 设备将监控点的水深信息传输到监控中心, 经过处理之后在电子江图上显示出监控点的实时水深。该系统的组成、工作原理及其实现的方法通过理论分析及实验验证是可行的。

关键词: 测深仪, AIS, 电子江图

0 引言

船舶航行主要依赖于航道局提供的航道图, 通过航道图来了解航道变化, 决定航道的通航能力。以往测量航道水深主要靠使用超声波测深仪和人工量水来完成, 想绘制一张航道图, 起码需要三四个人用将近一周的时间才能完成, 费时费力, 且容易贻误时机, 常常会出现航道图刚出来, 航道又变化了的情况。

目前, 长江下游已经建成了 GPS (全球定位系统) 级测量控制网, 只需将测量船开到航道上走一个来回, 即可自动测出航道水深, 从而绘出航道图。该方法不仅可以省时省力, 还可根据航道变化即时采取应对措施。为了能及时掌握航道变化的情况, 笔者认为构建航道水深实时监控系统可以决定测量船的出行时机, 更好地发挥测量控制网的作用, 从而更加及时、具体地掌握到每个浅滩航道的实际水深, 方便船运公司合理配载货物, 提高船舶航行的安全性和经济效益。

利用测深仪和 AIS 设备构建航道水深实时监控系统, 将监控点的水深通过 AIS 设备传输到监控中心^[1, 2], 通过处理之后可以在电子江图上显示出来, 特别是当水位退落和航道淤变, 使航道实际尺度低于上次发布的尺度时, 航道部门可以及时发布尺度调整信息。航道水深实时监控系统还可以应用于三峡水库汛期的防洪调度以及汛前消落期、汛后蓄水期和枯水运用期的水量调度。下面具体介绍航道水深实时监控系统的组成、工作原理及实现方法^[3]。

1 系统组成

航道水深实时监控系统由多个监控点、一个监控中心组成。每个监控点装备有测深仪和船载 AIS。在一些航标船上安装有测深仪和 AIS 设备, 因此可以不需要额外投资, 将它们作为监控点是理想的。测深仪作为测量水深的传感器, 将监控点的水深信息定时采集、处理后送到船载 AIS, 经船载 AIS 发送给监控中心; 监控中心由船载 AIS、PC 机及相关电子江图软件组成。船载 AIS 接收各监控点送来的水深信息, 通过解码处理后在 PC 机的电子江图软件上实时显示各监控点的水深信息。通常监控中心和监控点之间的距离由 AIS 决定, 南京至宜宾船舶自动识别系统正在建设中, 通过 AIS 网络, 监控中心可以监控整个网络覆盖区域的水深。系统组成框图如图 1 所示。

2 工作原理

航道水深监控系统的原理就是利用 AIS 将测深仪测得的监控点水深及位置数据传输出去, 在监控中心通过 AIS 接收监控点的水深和位置信息, 经解码后在电子江图上显示出来。

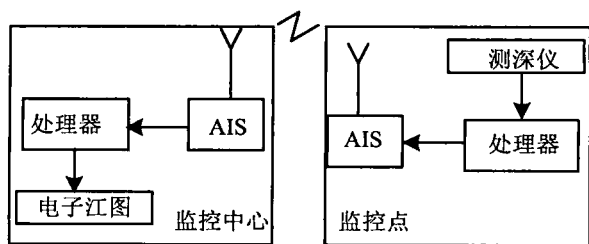


图1 航道水深实时监控系统组成框图



现代航海仪器都有数据的输入输出接口,其数据输出规则遵循 NMEA0183 协议,具体可参考使用的仪器设备的使用说明书,例如利用 FUNUNO ECHO SOUNDER FE-700 型测深仪,其参数的输出格式如图 2 所示。

标志字为 \$SDBT, (3) 为换能器到水底的深度,单位为米。所以只要通过测深仪的输出串口和 PC 机连接,在应用程序中提取 (3) 的相关参数就可以得到换能器到水底的水深参数,再加上航标船的吃水深度就可以得到该点的水深。

由于一般船载 AIS 支持罗经、计程仪而不直接支持测深仪作为采取信息的传感器,所以测深仪的水深数据只有通过处理之后才能调制到 AIS 上发射出去。罗经、计程仪输出到 AIS 的数据格式如图 3 所示。

DBT Depth Below Transducer

1	2	3	4	5	6	7
\$--	DBT,x	.x,f	x.x,	M,	x.x,	F*hh

图2 测深仪数据的输出格式图

VTG Track Made Good and Ground Speed

1	2	3	4	5	6	7	8	9
\$--	VTG,x	.x,T,	x.x,	M,	x.x,	N,	x.x,	K*hh

图3 航速、航向的数据格式图

(1) 为航迹向 COG、(5) 为对地速度 SOG。在应用程序中将监控点的水深数据代入 (1) 或 (5) 中,通过串口输出给 AIS 发送出去。在实验中,将水深为 30 m 的数据加到 AIS 的数据输入接口,则发射语句为:

\$GPVTG,30.0,T,30.0,M,30.0,N,30.0,K*4E

在监控中心的 AIS 接收到的语句为:

!AIVDM,1,1,,A,168rO00P4d8;Aq8API51;?wf089@,0*17

经过解码,得到如图 4 所示数据。

Identify Code:1
MMSI:412000000
Lon:114.312166666667°
Lat:30.594166666667°
SOG:30
COG:30

图4 AIS 的信息解码图

其中 SOG、COG 即为监控点的水深数据,由于 AIS 自身带有 GPS,所以在发射时将监控点的经纬度数据 Lon、Lat 一并传到监控中心。监控中心得到监控点的经纬度和水深数据后,在电子江图上显示出来,即可实现水深监控可视化显示。

3 实现方法

从测量监控点的水深到监控中心的可视化显示,整个过程必须是自动完成,因为只有自动完成,才能实时、有效地发挥航道水深实时监控系统的功能。监控点和监控中心之间的衔接工作是依靠开发的相关的应用程序来完成的。下面分别介绍水深信息的采集、AIS 信息的解码及水深信息的显示部分。

3.1 水深信息的采集^[4]

监控点要完成对测深仪中水深数据的采集工作,水深数据经过编码之后送 AIS 发射出去。

作者利用 VB 附带的为应用程序提供串行通讯功能的 MSComm 控件,采用测深仪的异步串行传送方式,将测深仪输出的数据采集到了计算机。该过程的首要工作是利用 DB-9 串口线把测深仪和 PC 机连接起来,具体连接可查找测深仪使用手册,先从测深仪中找到一根接地线 (BLACK) 和两根数据输入输出线 (NMEA output WHITE、NMEA input BLUE) 并将其连接到 PC 机的串口,连接方法参见图 5。

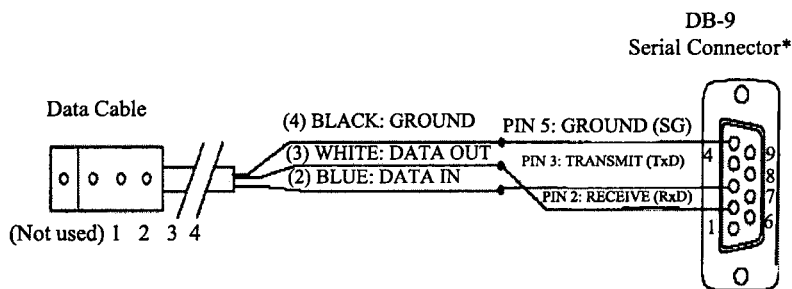


图5 测深仪和 PC 机连接图

从测深仪中读取数据的主要程序如下:

MSComm1.CommPort=1 '选择 COM1 串行口

MSComm1.Settings="4800,n,8,1" '4800 波特率,无奇偶校验,8 个数据位,1 个停止位



```

MSComm1.InputLen=0 '使用 Input 属性时,读取接收缓冲区的全部内容
MSComm1.PortOpen=True '打开串行口
依据测深仪参数的输出格式在缓冲区所获得的字符串中找到水深数据:
Do Until InStr(deep,"SDDBT") '接收来自串行口的数据,直到接收到字符"SDDBT"
DoEvents
deep=deep & MSComm1.Input '将接收到的数据存入字符串 deep 变量

```

3.2 AIS 信息的解码过程^[5]

监控点完成对数据的采集工作并经过编码由 AIS 发射出去之后,监控中心通过 AIS 接收监控点的水深和位置信息。对于 AIS 接收到的信息,需要经过监控中心的应用程序解码以后,才能提取监控点的水深及位置参数。

下面以监控中心 AIS 接收到的一条报文信息为例,对 AIS 信息解码过程进行分析。例如在监控中心 AIS 接收到的语句为:

!AIVDM,1,1,,A,168rO00P4d8;Aq8API51;?wf089@,0*17

由!AIVDM 可知该信息为船舶的动态和静态暗码信息。其中 168rO00P4d8;Aq8API51;?wf089@是数据部分,每一位字符都为 8 bit ASCII 码,首先必须逐一将其转换为 6 bit 二进制码。

第一位字符 1 转换后即 000001,字符 6 转换后即 000110,以此类推,转换后见图 6。第一行的 6 个 bit 代表消息识别码,000001 转换为十进制的 1,由此可知本句报文是 1 (监控点船位报告消息)。报文 1 的二进制 bit 一共有 $6 \times 28 = 168$ 位,由其 bit 信息分配(请参见 ITU-RM.1371-1 § 3.3.8.1)可知第 8 位后的 30 位 (bits 9-38)

(011000100011101001111100000000) 分配给了用户 ID (MMSI),将其转换为十进制后 (412000000) 即可解码得出 MMSI。用相同的方法可以解码出 SOG 对地速度 (bits 51-60) (二进制为 0100101100,转换为十进制为 300, $300/10=30$ m)、Longitude (bits 62-89) (二进制为 0100000101101000111100100100,转换为十进制为 68587300,除以 10000 得到以分为单位的经度,再除以 60 得到以度为单位的经度 114.31°)、Latitude (bits 90-116) (二进制为 001000110000001100100010100,转换为十进制为 18356500 转换为以度为单位的纬度 30.59°)、COG 对地航向 (bits 117-128) (二进制为 000100101100,转换为十进制为 300 除以 10 为 30 m) 等信息(见图 6 的右半部分)。

该句报文经过解码后得到监控点的水深为 30 m、经度为 114.31° E、纬度为 30.59° N。在监控中心解码后得到的水深数据和监控点所设的水深数据是一致的。

在航道水深实时监控系统中,该解码过程是由安装在监控中心的应用程序自动完成的。

3.3 水深信息的显示^[6]

在监控中心通过 AIS 解码得到各个监控点水深 (deep) 和位置 (lat/lon) 数据后,需开发电子江图应用软件使其在电子江图上可视化地显示出来。

电子江图的开发软件有许多,我们采用的 MapX 是 MapInfo 公司向用户提供的具有强大地图分析功能的 ActiveX 控件产品。MapX 提供了各种工具、属性和方法,实现监控点水深显示功能是非常容易的。

以下程序描述在电子江图上监控点位置的显示功能:

```

Dim wpt_points As New Point '定义点元素
wpt_y=lat1 '将 1 号监控点纬度数据赋值给 wpt_y
wpt_x=lon1 '将 1 号监控点经度数据赋值给 wpt_x
wpt_points.Set wpt_x, wpt_y '将位置数据赋值给 wpt_points

```

1	0	0	0	0	0	1	bits 1-6=Identifier for this message
6	0	0	0	1	1	0	bits 9 - 38 =MMSI
8	0	0	1	0	0	0	011000100011101001111100000000
r	1	1	1	0	1	0	412000000
0	0	1	1	1	1	1	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
P	1	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	1	0	0	bits 51 - 60 = Speed over ground
d	1	0	1	1	0	0	0100101100(二进制); 300(十进制) 300/10=30
8	0	0	1	0	0	0	bits 62-89=Longitude in 1/10000
.	0	0	1	0	1	1	0100000101101000111100100100(二进制)
A	0	1	0	0	0	1	68587300(十进制)
q	1	1	1	0	0	1	68587300/10000/60=114.31° (E)
8	0	0	1	0	0	0	bits 90-116 = Latitude in 1/10000
A	0	1	0	0	0	1	001000110000001100100010100(二进制)
P	1	0	0	0	0	0	18356500(十进制)
I	0	1	1	0	0	1	18356500/10000/60 =30.59° (N)
5	0	0	0	1	0	1	bits 117 - 128 = Course over ground
1	0	0	0	0	1	0	000100101100(二进制)
.	0	0	1	0	1	1	300(十进制)
2	0	0	1	1	1	1	300/10 = 30
w	1	1	1	1	1	1	
f	1	0	1	1	1	0	
0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	1	0	0	0	
9	0	0	1	0	0	1	
e	0	1	0	0	0	0	

图 6 电文 1 的 bit 转换及分配表