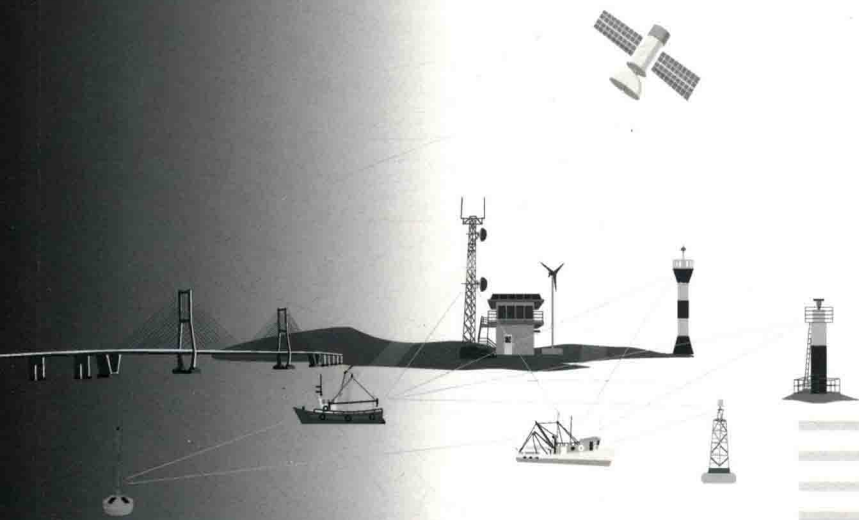




渔业船联网技术

陈明 冯国富 池涛 编著



科学出版社

渔业船联网技术

陈 明 冯国富 池 涛 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书从船联网是物联网的特殊应用,是对互联网的扩展,物联网与互联网是新时期下计算新模式入手,从船联网概念、标准与体系结构开始,分别就感知层、传输层和应用层中涉及的关键技术展开讨论,详细叙述船联网中的传感器、传输技术、计算平台等内容,同时本书对内河航运及海洋航运智能化、数字化进行相关介绍。

在写作构思和结构编排上,本书力争为读者提供全面、系统的船联网知识,注重概念、技术规范与标准并重。本书可以作为学习物联网、船联网的教材,也可作为船联网相关领域的重要技术参考手册。本书适用于物联网及船联网领域的相关研究人员、研究生与高年级本科生,对相关研究人员有很好的参考借鉴作用。

图书在版编目(CIP)数据

渔业船联网技术 / 陈明, 冯国富, 池涛编著. —北京: 科学出版社, 2018.10

ISBN 978-7-03-057412-1

I. ①渔… II. ①陈… ②冯… ③池… III. ①互联网络-应用-渔船-渔捞作业 ②智能技术-应用-渔船-渔捞作业 IV. ①U674.4-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 095852 号

责任编辑: 阚 瑞 / 责任校对: 郭瑞芝

责任印制: 张 伟 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京中石油彩色印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 10 月第 一 版 开本: 720×1000 B5

2018 年 10 月第一次印刷 印张: 16 3/4

字数: 330 000

定价: 108.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

船联网是物联网技术的重要应用之一,是人类将信息化由陆地推向水域的重要尝试。目前,我国正在加快航运现代化与信息化的建设,现代航运的各个环节都迫切需要信息技术的支撑。物联网浪潮的来临,为现代渔业发展创造了前所未有的机遇。改造升级现代航运,使我国从航运大国走向航运强国,迫切需要运用物联网技术对渔船航行、作业、港口管理等要素实行数字化设计、智能化控制、精准化运行和科学化管理,从而实现对各种现代渔业要素的“全面感知、可靠传输以及智能处理”,进而达到高产、高效、优质、生态、安全的目标。因此,船联网作为现代信息与通信技术在渔业生产过程中的集成与应用,是渔业生产方式变革的重要支撑,是现代渔业发展的重要方向。

船联网涉及多行业、多部门,是一个跨地域的复杂系统工程,是物联网的一个重要应用领域。目前针对船联网总体架构及内部技术细节的论著还相对较少,各项工作很难无缝整合在一起。

自2002年以来,陈明团队一直致力于物联网技术在渔业船联网领域的应用研究,在船联网渔船安全管理、海洋船舶安全驾驶监控、陆地监管中心管理调度等领域取得了一系列的成果;同时还积极参与了上海海洋大学淞航号远洋渔业调查船及深潜器的信息化建设。

本书重点从数据采集、传输以及船联网应用等几个方面对船联网的相关技术进行论述,从感知层、传输层与应用层三个层次对船联网中的传感器、传输技术、计算平台进行详述。同时本书也对内河航运及海洋航运智能化、数字化做了相关介绍。

本书由上海海洋大学信息学院的教师及研究生们合作完成。全书篇章结构设计、主要内容的制定及统稿工作由陈明教授负责,冯国富老师完成了主要章节内容的完善,池涛老师主审了全书内容。课题组的研究生也参与了本书的材料整理工作,具体分工如下。第一篇:周静静等;第二篇:董立夫、马腾、卜健康、邹勇博、宋晓霞等;第三篇:舒玉娟、李张红等;第四篇:潘赟、王洋、侍国忠、张重阳等。另外,马玉奇、尤伟伟、杨文静参与了AIS与北斗部分的内容编写及校正工作。

需要说明的是:在船舶、航运现代化与信息化的发展历程中,数字化、网络化是一种趋势。由于历史的原因,许多技术独立发展并逐步形成体系,最终具备

了物联网或船联网的一些特征。这些技术通常是一个相对完整的系统，覆盖了几乎物联网自底向上每一层的内容，要将它们归类到物联网或船联网中的某一层是一件困难的事。所以，本书在章节划分时，仅以某项技术或设备的主要特征作为划分依据，希望读者阅读时能认识到这一点。

本书引用了一些互联网的最新资讯、学术期刊及学术论文中的内容，在此一并向原作者和刊发机构致谢，同时也对国家 863 计划项目“动物精细养殖关键技术研究”(2012AA101905)的资助表示感谢!

由于作者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请读者批评指正。

目 录

前言

第一篇 总 述

第 1 章 概论	3
1.1 船联网的概念：从物联网到船联网	3
1.1.1 物联网的定义	3
1.1.2 与物联网相近的技术	4
1.1.3 物联网是互联网的扩展与延伸	5
1.1.4 船联网的定义	6
1.2 船联网的特点	7
1.3 船联网的功能与分类	8
1.3.1 船联网的功能	8
1.3.2 船联网的分类	9
1.4 船联网体系结构与标准	10
1.4.1 物联网和船联网的体系结构	10
1.4.2 面向船联网标准体系的三维模型	14
1.5 船联网国内外发展现状	16
1.5.1 国内发展现状	16
1.5.2 国外发展现状	17
1.6 船联网发展面临的问题与挑战	18
1.6.1 存在的问题	18
1.6.2 面临的挑战	20
1.7 同类技术：车联网与 ITS	20
1.7.1 车联网的概念	20
1.7.2 船联网与车联网实例对比	21
1.7.3 美国智能交通系统	22
1.7.4 对比与分析	24

第二篇 感知层

第2章 航行数据采集技术	29
2.1 罗经	29
2.1.1 磁罗经	29
2.1.2 电罗经	31
2.1.3 光纤陀螺罗经	34
2.2 船用回声测深仪	37
2.2.1 概述	37
2.2.2 原理	37
2.2.3 组成及工作过程	38
2.2.4 外部影响因素	39
2.3 船用计程仪	40
2.3.1 概述	40
2.3.2 电磁计程仪	41
2.3.3 多普勒计程仪	41
2.3.4 声相关计程仪	43
2.4 自动雷达标绘仪	43
2.4.1 基本组成	43
2.4.2 工作过程	44
2.4.3 外部影响因素及措施	46
2.5 船舶机舱监测	47
2.5.1 概述	47
2.5.2 现代机舱监测技术发展	47
2.5.3 系列化与标准化	49
2.5.4 船舶机舱监测构建实例	50
第3章 标识技术	54
3.1 早期的标识技术	54
3.2 AIS	55
3.2.1 AIS 组成及工作过程	60
3.2.2 AIS 类别	61
3.2.3 AIS 报文解析与编程	62

3.3 AIS 的扩展应用	74
3.3.1 船舶远程识别与跟踪系统	74
3.3.2 卫星 AIS	77
3.3.3 自动识别搜救发射器与海上搜救定位	78
3.4 其他标识技术	80
3.4.1 条码	80
3.4.2 射频识别	83
第 4 章 定位与导航技术	84
4.1 定位技术	84
4.1.1 GPS	85
4.1.2 北斗卫星导航系统	86
4.2 导航技术	87
4.2.1 系统导航	87
4.2.2 雷达导航	90
4.2.3 惯性导航	90
4.2.4 组合导航	91
4.3 导航中船舶避碰策略研究	91
4.3.1 船舶领域模型	91
4.3.2 船舶避碰系统	95
4.4 应用构建实例：北斗与 GPS 组合导航定位	98
4.4.1 北斗/GPS 双星座导航系统组成	99
4.4.2 北斗/GPS 双星座导航系统功能	99
第 5 章 船联网视频监控	101
5.1 主要作用	101
5.2 主要技术组成	102
5.2.1 图像摄取	102
5.2.2 图像传输	105
5.2.3 图像模式识别	106
5.2.4 图像存储	117
5.3 应用实例	119
5.3.1 系统概述	119
5.3.2 系统功能	120
5.4 接口示例代码	121

第三篇 传 输 层

第 6 章 卫星通信及其应用	129
6.1 卫星系统的发展	129
6.1.1 概述	129
6.1.2 卫星通信发展历程	130
6.1.3 卫星通信中的主要技术	132
6.2 国际海事卫星通信系统	133
6.2.1 概述	133
6.2.2 发展与应用	134
6.2.3 INMARSAT 系统的组成	137
6.3 北斗卫星导航系统	146
6.3.1 概述	146
6.3.2 北斗卫星导航系统的组成	147
6.3.3 北斗应用构建实例	149
6.3.4 北斗编程实例	153
6.4 GMDSS	161
6.4.1 GMDSS 的构成及工作原理	162
6.4.2 GMDSS 的功能	163
6.4.3 GMDSS 在中国的发展与应用	164
第 7 章 近海与船上通信	167
7.1 短波单边带通信	167
7.1.1 短波通信概述	167
7.1.2 单边带	168
7.1.3 单边带通信的特点	169
7.2 VHF(甚高频)通信	170
7.2.1 VHF 通信的特点	170
7.2.2 船用 VHF 对讲机	170
7.2.3 AIS VHF 通信	173
7.3 局域网与 WiFi 通信	174
7.3.1 局域网与船舶信息化	174
7.3.2 无线局域网概念	175
7.3.3 无线局域网的组成	175
7.3.4 IEEE802.11 协议	176

7.3.5 无线局域网的组网方式	178
7.3.6 WiFi 通信	180
7.4 船上射频通信	182
7.4.1 无线传感器网络	183
7.4.2 WSN 的特点	184
7.4.3 WSN 的结构	185
7.4.4 WSN 应用及其在船联网中的应用实例	186
7.4.5 其他射频通信技术介绍	188
7.5 船舶现场总线	189
7.5.1 现场总线概述	189
7.5.2 船舶现场总线应用构建实例	190

第四篇 应用层

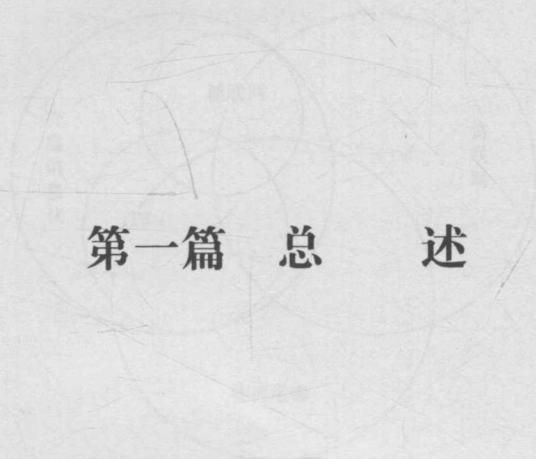
第 8 章 船联网控制单元与计算平台	197
8.1 传统控制——继电器控制系统	197
8.1.1 原理与示例	197
8.1.2 特点	198
8.2 智能化现场控制与计算装置	199
8.2.1 PLC 控制单元	199
8.2.2 单片机	201
8.2.3 FPGA	205
8.3 船载计算机系统	209
8.3.1 x86 嵌入式无风扇工控机	210
8.3.2 ARM 处理器+GPU	211
第 9 章 电子海图	216
9.1 形成与发展	216
9.1.1 基本概念	217
9.1.2 发展阶段	222
9.1.3 实现技术形态	223
9.1.4 标准化	223
9.1.5 标准电子海图与非标准电子海图	226
9.2 船载电子海图系统	227
9.2.1 主要功能	228

9.2.2	基于硬件裸机的船载电子海图系统	230
9.2.3	基于 OS(操作系统)的电子海图系统	233
9.3	Web 电子海图系统	237
9.3.1	基本概念	237
9.3.2	Web 海图监控应用构建实例	241
9.3.3	船联网网站示例	244
9.3.4	船联网 Web API	245
9.4	移动端电子海图系统	247
9.4.1	概述	247
9.4.2	移动 GIS 概念	248
9.4.3	移动 GIS 组成	248
9.4.4	基于移动端电子海图平台应用构建实例	250
9.4.5	开放移动端电子海图平台应用案例	252
参考文献		253

物联网概论

第1章 物联网概述，从物联网到物联网

物联网(IoT)是继计算机、互联网之后世界信息产业的第三次浪潮。物联网是互联网的应用拓展，是在互联网基础上延伸和扩展的网络，将各种信息传感设备按照约定的协议，把任何物品与互联网连接起来，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。



第一篇 总 述

1.1 物联网的定义

如图1-1所示，物联网是信息技术的三个领域的交叉，物联网并不是简单的三个领域的简单叠加，而是三个领域的深度融合，形成一个各形式、多样化的综合性交叉领域。本章将从物联网的定义入手，阐释物联网的定义及相关概念。

1.1.1 物联网的定义

关于物联网目前比较流行的定义是：通过射频识别(RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器、数据接收器等信息传感设备，按约定的协议，把任何物品与互联网连接起来，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。

第 1 章 概 论

1.1 船联网的概念：从物联网到船联网

船联网(internet of vessels, IOV)是物联网的一个应用实例，了解物联网与船联网的关系是有必要的。参照美国的智能交通系统(intelligent transport system, ITS)，图 1-1 给出了船联网与交通信息化、ITS、物流运输及物联网之间的关系示意图。

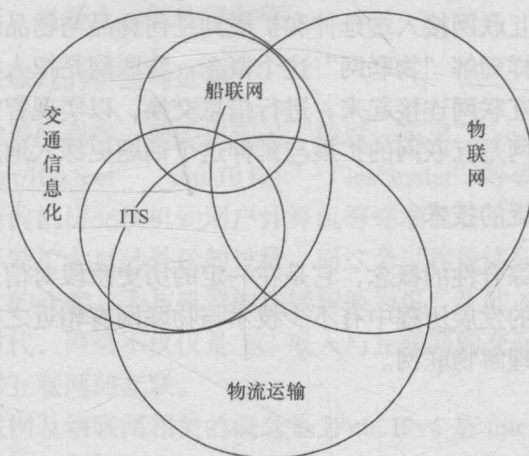


图 1-1 船联网定位示意图

如图 1-1 所示，船联网是交通信息化与物联网等多个领域的交叉。船联网与上述相关概念并不是单独的个体存在，它们之间相互联系、匹配、协调，最终形成一个多形式、多样化的聚合性复杂系统。下面将从与船联网关系紧密的物联网入手，阐释船联网的定义及相关概念。

1.1.1 物联网的定义

关于物联网目前比较流行的定义是：通过射频识别(radio frequency identification, RFID)(RFID+互联网)、红外感应器、全球定位系统(global positioning system, GPS)、激光扫描器、气体感应器等信息传感设备，按约定的协议，把任何物品与互联网连接起来，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、

监控和管理的一种网络。

IBM 公司于 2008 年首次提出“智慧地球”的概念,奥巴马就职美国总统后,“智慧的地球”概念得到重视。在中国,2009 年 8 月,温家宝在无锡视察时提出了“感知中国”,无锡市率先建立了“感知中国”研究中心,中国科学院、运营商、多所大学在无锡建立了物联网研究院。物联网被列为国家五大新兴战略性新兴产业之一,并写入了第十一届全国人民代表大会第三次会议政府工作报告,物联网在中国受到了全社会极大的关注。

在物联网发展的早期,主要是基于 RFID 技术对物品的感知与管理,RFID 也成为当前物联网最成熟的应用领域之一,不过现在物联的概念相对于 RFID 技术有了很大的延伸。

需要强调的是物联网是互联网的扩展与延伸,是“物物相连的互联网”,是在互联网的基础上将互联网接入端延伸和扩展到任何物品与物品之间,进行信息交换和通信。可以这样理解“物联网”这个概念:物联网是把人类感兴趣的物品通过信息传感技术与互联网连接起来,进行信息交换,以实现智能化识别和管理。

后面会就物联网是互联网的扩展与延伸这个话题更深入地展开论述。

1.1.2 与物联网相近的技术

物联网是一个综合性的概念,它是在一定的历史阶段对信息技术发展的一个概括。在信息技术的发展过程中有不少技术与物联网有相近之处,了解这些概念有助于人们更好地理解物联网。

1. M2M

最初的 M2M 是指 Machine To Machine,即机器对机器的互联。以机器对机器为起点,人们逐渐将 M2M 延伸至人对机器(man to machine)、人对人(man to man)、机器对人(machine to man)等各种与“M”相关的组合。其实传统互联网主要是人通过互联网与机器及人的互联,M2M 及物联网扩大了这个范畴。还有学者将 M2M 延伸至 Mobile 的概念。

2. 普适计算

Ubiquitous Computing 最早起源于 1988 年 Xerox PARC 实验室的一系列研究计划。1999 年,IBM 提出 Pervasive Computing 的概念,即无所不在的,随时随地可以进行计算的一种方式。

普适计算又称普存计算、普及计算。这一概念强调和环境融为一体的计算,而计算机本身则从人们的视线里消失(invisible)。在普适计算的模式下,人们能够

在任何时间、任何地点、以任何方式进行信息的获取与处理。

3. 信息物理系统

信息物理系统(cyber-physical systems, CPS)是一个综合计算、网络和物理环境的多维复杂系统,通过 3C(computer、communication、control)技术的有机融合与深度协作,实现大型工程系统的实时感知、动态控制和信息服务。CPS 实现计算、通信与物理系统的一体化设计,可使系统更加可靠、高效、实时协同,具有重要而广泛的应用前景。

CPS 包含无处不在的环境感知、嵌入式计算、网络通信和网络控制等系统工程,使物理系统具有计算、通信、精确控制、远程协作和自治功能。它注重计算资源与物理资源的紧密结合及协调,主要用于一些智能系统上,如设备互联、物联传感、智能家居、机器人、智能导航等。

1.1.3 物联网是互联网的扩展与延伸

在互联网的发展历程中,曾经出现过“最后一英里”(last mile)“最后一公里”(last kilometer)“last 100 feet”“last 10 feet”“last meter”等概念。它们用来指代从通信服务提供商的机房交换机到用户计算机等终端设备之间连接的发展历程。即互联网有一个不断扩大自己外延的过程,而这个过程最终引起了质变,把自己从主要面向人与人的连接、人与机器的连接转换为更广泛的 M2M。

进入物联网时代,网络不仅仅是 PC 或人与互联网的交互,它的外延扩展为环境与智能物件与互联网的互联。

另一个与互联网及物联网相关的概念是 IPv6。IPv6 是 Internet Protocol Version 6 的缩写,它是用来替代现行版本 IPv4 的下一代 IP,目前 IPv4 的地址是 32 位编码,IPv6 的地址是 128 位编码,能产生 2^{128} 个 IP 地址,其资源几乎是无穷的。这个概念出现的一个基本动因是:要求加入互联网的主体数量与种类越来越多,原 IPv4 无法满足这种需求。IPv4 地址已于 2011 年 2 月 3 日分配完毕,其中北美占 3/4,约 30 亿个,人口最多的亚洲只有不到 4 亿个。有一种说法是,美国一个大学分配的 IP 地址比一个普通国家的 IP 地址都多。但使用了 IPv6 之后,人们戏称全世界连一粒沙子都可以有自己的 IP 地址。

而关于信息主体的发展还有下面这样一个有趣的事实:收音机从出现到发展为拥有 5000 万用户,花了大约 38 年时间;电视用了 13 年时间完成这个历程;PC 从第一台发展到拥有 5000 万用户共用了 16 年时间;而互联网只用了 4 年时间就完成了这个转变。当今互联互通成为信息技术应用的一个重要表现,并正在以更快的加速度迅猛发展。物联网是一种将地球上人类感兴趣的目标进行互联互通的技术,“智慧地球”的概念是物联网技术的很好体现。

1.1.4 船联网的定义

本书主要围绕海洋渔业信息技术讨论船联网。目前在海洋渔业领域,渔船是主要作业工具。据统计,我国是世界上渔船数量最多的国家,渔船数量曾一度达到 100 多万艘,其中海洋渔船总数超过 30 余万艘,约占全球总量的 25%。

渔船在海上的作业方式、位置、航速、航向、天气、海况、主机负荷、转速、副机负荷、油水存量、压载水分布等参数是渔船所有人、经营人、管理人和租船人最关心的问题,如何能够随时、准确地获取上述参数是智能交通与航运管理的一部分工作内容。另外,海上渔业作业环境复杂多变,决定了海上渔船碰撞事故多发,易造成严重的生命和财产损失,需引起航海人员和水上安全管理部门的高度重视。目前渔船的安全救助手段比较落后,尚缺乏综合的、能够在出现险情时快速获取遇险船的位置信息、状态信息、环境等信息的技术手段。当渔船在外海区遇险时,无法有效地指派事发附近海域的其他船只实施救助,严重影响了搜救效果。促进渔业信息化建设,提高海洋渔业的效益,设计功能完备的管理运营平台,实现对船舶的运行状态监控、安全监控,指导船舶的运营策略和安全救助是十分重要的。而物联网与船联网是渔业信息化的重要形式,充分了解船联网的概念对于理解渔业信息化建设有重要意义。

如同物联网,目前学术界对船联网还没有一个统一明确的定义。下面是几种相关文献对船联网概念的描述。

(1) 船联网是智能交通行业应用的重要方向之一,旨在构建水上智能交通物联网。船联网融合物联网核心技术,以数据为中心,实现人船互联、船船互联、船货互联及船岸互联;它是一种以企业、船上作业人员、船舶、货物为对象,覆盖航道、航线、船闸、桥梁、港口和码头的智能航运信息综合服务网络。

如图 1-2 所示,船联网概念不仅涉及海洋范围,也包括内河航运,在信息化建设已有的技术基础上,采用射频识别、传感网等相关物联网技术,对航运中的船舶、货物、航道、桥梁、船闸、港口、码头等对象的相关属性进行感知,构建水上智能交通物联网。

(2) 船联网以船舶、航道、陆岸设施为基本节点和信息源,结合具有卫星定位系统功能和无线通信技术的船载智能信息服务,利用船载电子传感装置,通过网络完成信息交换,在网络平台上实现各节点的属性和动静态信息的提取、监管与利用。船联网具有导航、通信、安全防护和信息服务等功能,可为船舶航行提供更加智能、安全的通航环境。