

内 容 简 介

本书在分析嵌入式移动实时数据库系统特征及需求的基础上,对嵌入式移动实时数据库系统模型、事务特征、事务模型及事务处理技术等进行了较为全面且深入的研究。

本书注重基本概念、基本原理、设计方法与实现技术的介绍,研究内容具有系统性、完整性及逻辑性,能够理论联系实际。

本书适合作为高等院校高年级学生、研究生以及相关领域科技工作者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式移动实时数据库事务处理技术/廖国琼著.

— 北京:中国铁道出版社, 2010.6

ISBN 978-7-113-11575-3

I. ①嵌… II. ①廖… III. ①数据库系统 IV.

①TP311.13

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第116253号

书 名: 嵌入式移动实时数据库事务处理技术

作 者: 廖国琼 著

策划编辑: 秦绪好

责任编辑: 周海燕

编辑助理: 胡京平

封面设计: 付 巍

版式设计: 于 洋

编辑部电话: (010) 63560056

特邀编辑: 田学清

封面制作: 李 路

责任印刷: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号 邮政编码: 100054)

印 刷: 三河市华业印装厂

版 次: 2010年6月第1版

2010年6月第1次印刷

开 本: 880mm×1230mm 1/32 印张: 6.375 字数: 186千

书 号: ISBN 978-7-113-11575-3

定 价: 28.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社计算机图书批销部联系调换。



总 序

PREFACE

“大学之道，在明德，在亲民，在止于至善”。早在 2000 多年前，儒家典籍《大学》就曾对大学的使命和功能做出如上论述，其中蕴涵着昌明学术，探求真知之意。不过，在相当长的一段历史时期中，“大学”的学术研究，主要集中在经国治邦的政治理念与修身养性的道德哲学领域中。时过境迁，大学的内涵与职能早已发生了重大变化。特别是自 19 世纪初，德国人洪堡提出大学研究之说后，大学的形态及功能也随之发生了深刻的变化。如今，科学研究、人才培养与社会服务作为大学的三大基本职能已被人们广泛认同，大学学术研究的内涵和领域也因时而进，不断丰富和充实，由只关注哲学和人文社会科学的研究，发展到注重自然科学的探索，进而追求科学与人文的融合；由只注重基础研究，发展到兼顾理论、知识的应用和技术的开发、推广上。可以说，高等院校已日益成为我们这个时代理论创新、知识创新和技术创新的重要基地。

江西财经大学是一所以经济、管理类学科为主，理、工、法、文等多学科协调发展的多科性教学研究型大学。历经数十载的孜孜以求，凭借数代江财人的不懈努力，我校科研成绩颇丰，学术优势较明显，已培育出了一支创新能力较强和学术水平较高的科研队伍。科研水平的提升，需要老师的精力投入，需要团队的紧密协作，亦需要学校的鼎力扶助。为进一步落实科研强校战略，营造学术氛围，凝聚学术团队，推介学术成果，扩大学术优势，学校定期资助出版《江西财经大学学术文库》。该文库主要收录的是我校部分专家、学者潜心研究的具有一定创新性和前沿性的学术成果，包括国家社会科学基金项目

目、国家自然科学基金项目的优秀研究报告，以及一些青年学者的力作。这些学术成果虽然由于作者的年龄、阅历、所处的时代背景不同，学术视野、价值取向各异，甚至著述中所反映的某些学术观点和理论判断还有值得进一步斟酌和商榷的地方，但他们重视历史和传统，关注现实和未来，追求创新和发展，遵从学术的严肃性，坚持严谨理性的科学精神，这些无疑可以给读者和学界同仁以有益的启迪。

学术文库是一块放飞思想的田野。我相信，只要我们坚守学术之道，于高处放眼，在静中下手，潜心研究，敢于创新，就一定会有更多、更优秀的学术成果入选文库，我们这块田野就一定会绽放出思想之花，结出智慧之果，成为我国学术百草园中的一片沃土。

江西财经大学校长 王乔

2010年4月



前言

FOREWORD

随着计算终端的小型化和各种嵌入移动设备的大量涌现,嵌入式移动环境下的诸多应用对实时信息系统的需求越来越强烈。作为嵌入式移动实时计算环境的支撑系统,嵌入式移动实时数据库管理系统在军事领域和民用领域都具有广泛的应用性和市场前景,如军队作战指挥自动化系统、数字化武器装备、空中交通管制系统、全球定位系统、现代化制造系统、CIMS 与企业信息化、移动通信、信息化家电、智能设备、智能交通与运输管理系统、智能医疗器械、水利与地质探测、金融系统、无线股票交易系统等各个方面。

嵌入式移动计算环境给实时数据库带来新机遇的同时,也带来了新的挑战。一方面,要求其能保证更多事务满足定时限制;另一方面,要求能支持事务移动和考虑嵌入式环境资源的有限性。特别是无线网络的高延迟、不可靠和频繁断接等因素都会延长嵌入式移动实时事务的响应时间,这使得嵌入式移动实时事务相对于传统实时事务更难满足截止期要求。因此,必须为嵌入式移动实时数据库研究全新的事务模型及相应的事务处理机制。

本书在分析嵌入式移动实时数据库系统特征及需求的基础上,对嵌入式移动实时数据库的系统模型、事务特征、事务模型及事务处理技术(包括并发控制、提交与恢复处理)等进行了较为全面且深入的研究。全书共分 10 章。第 1 章简要介绍嵌入式移动实时数据库的概念、系统需求和典型应用。第 2 章概述嵌入式移动计算环境特征,并讨论嵌入式移动实时数据库系统模型、体系结构及关键技术。第 3 章详细分析嵌入式移动实时事务特点,并从不同侧面描

述嵌入式移动实时事务模型及正确性要求。第 4 章给出支持事务断接及嵌套结构的并发控制机制 DC/POS-PAI-2PL。第 5 章设计一种移动实时嵌套事务三层提交协议 3LRTC 及其故障恢复处理协议。第 6 章提出基于分区日志的“识时”恢复策略及其优化方法。第 7 章讨论一种基于数据段检验点优先级的分区模糊检验点策略。第 8 章设计一种基于共享存储介质的日志驱动复制模型及恢复策略。第 9 章介绍了嵌入式实时数据库 ARTs-EDB 的系统结构及其事务管理实现技术。第 10 章对全书内容进行总结,并指出需进一步研究的问题。

本书注重基本概念、基本原理、设计方法与实现技术的介绍,研究内容具有系统性、完整性及逻辑性。特别是本书能够理论联系实际,部分研究成果已应用到嵌入式实时数据库管理系统 ARTs-EDB 中去(该系统研制历时五年,作者作为项目组长组织和参与了该系统全过程研制和开发)。本书适合作为高等院校高年级学生、研究生以及相关领域科技工作者的参考书。

本书是作者在攻读博士学位和博士后研究阶段研究成果的基础上进行总结及扩充而成的,谨向多年来给予悉心指导和无微不至关怀的导师——华中科技大学刘云生教授表示衷心感谢。也要感谢研究期间给予诸多帮助和合作的同门师兄、师弟、师姐、师妹们,本书是大家共同努力的结果。

本书在成稿过程中,得到了江西财经大学万常选教授、徐升华教授等的热心帮助和鼓励,在此也向他们表示衷心感谢。

本书的出版得到国家自然科学基金项目(60863016)、江西省自然科学基金项目(2008GQS0019)和江西财经大学学术专著出版资助项目资助,在此一并表示感谢。

本书内容是作者研究所得,相关问题仍在研究与探索之中。由于水平有限,书中疏漏、偏颇及错误之处在所难免,恳请专家、同仁和广大读者批评指正。

编 者

2010 年 4 月于南昌

→>> 目 录

CONTENTS

第 1 章 引 论.....	1
1.1 嵌入式移动实时数据库概念	1
1.2 嵌入式移动实时数据库管理系统需求	2
1.3 嵌入式移动实时数据库的典型应用	4
1.4 相关产品介绍	8
1.5 本书主要内容及组织	13
第 2 章 嵌入式移动实时数据库系统模型及结构.....	15
2.1 嵌入式移动计算环境概述	15
2.2 嵌入式移动实时数据库系统模型及结构	20
2.3 嵌入式移动实时数据库关键技术	24
2.4 本章小结	32
第 3 章 嵌入式移动实时事务特征及模型	34
3.1 嵌入式移动实时事务特征	34
3.2 嵌入式移动实时事务模型	40
3.2.1 经历模型	40
3.2.2 结构模型	41
3.2.3 语义模型	43
3.2.4 执行模型	44
3.3 嵌入式移动实时事务正确性	48
3.3.1 概述	48
3.3.2 正确性的不同方面	49

3.4	本章小结.....	54
第4章	嵌入式移动实时事务并发控制	56
4.1	基于谨慎有序共享的散度控制封锁模型	57
4.1.1	散度控制锁模型与 ϵ -可串行化.....	57
4.1.2	基于谨慎有序共享的散度控制.....	59
4.2	DC/POS-PAI-2PL 协议	62
4.2.1	嵌套可串行化及其保证	62
4.2.2	Check Out/Check In 协议.....	64
4.2.3	DC/POS-PSI-2PL 协议描述及其正确性	68
4.3	死锁处理.....	70
4.4	实验及结果分析	72
4.4.1	系统模型及模拟参数.....	73
4.4.2	性能结果及分析	74
4.5	本章小结.....	78
第5章	嵌入式移动实时事务提交处理	79
5.1	嵌入式移动实时事务提交正确性标准	81
5.1.1	嵌入式移动实时事务的结构依赖关系	81
5.1.2	嵌入式移动实时事务的原子性.....	82
5.2	嵌入式移动实时事务提交准则	83
5.2.1	一般分布式原子提交准则及其评述	83
5.2.2	三层提交结构	84
5.2.3	嵌入式移动实时提交准则	85
5.3	三层实时提交协议及其正确性	87
5.3.1	三层实时提交协议 (3LRTC)	87
5.3.2	3LRTC 正确性	88
5.4	3LRTC 故障恢复协议	90
5.4.1	故障模型	90
5.4.2	提交状态图	92
5.4.3	3LRTC 故障恢复协议	95
5.5	3LRTC 通信开销评价	98

5.6	3LRTC 性能测试	101
5.7	本章小结	102
第 6 章	基于实时日志的实时恢复处理策略	103
6.1	嵌入式移动实时数据库恢复特征	103
6.2	嵌入式实时数据及其一致性	106
6.3	嵌入式实时事务及其一致性	108
6.4	实时恢复正确性准则	110
6.5	基于实时日志的实时恢复策略	112
6.6	性能测试与评价	114
6.6.1	实验模型及参数	114
6.6.2	实验结果及分析	116
6.7	本章小结	120
第 7 章	基于数据段优先级的分区模糊检验点技术	121
7.1	数据检验点优先级	122
7.2	分区模糊检验点策略	123
7.2.1	基于数据段检验点优先级的逻辑分区	123
7.2.2	基于数据段 CKP 优先级的分区检验点策略	125
7.2.3	PFCS-SCP 的正确性	126
7.3	基于 PFCS-SCP 的 Redo 恢复	129
7.3.1	Redo 恢复	129
7.3.2	Redo 恢复正确性	130
7.4	性能测试与评价	133
7.4.1	实验模型及参数	133
7.4.2	实验结果及分析	134
7.5	本章小结	136
第 8 章	弱一致性实时复制策略	138
8.1	传统复制模式分析	139
8.2	主从实时弱一致性准则	141
8.3	日志驱动主从复制模型	143

8.4	日志驱动弱一致性主从实时复制策略	146
8.4.1	弱一致性复制策略	146
8.4.2	故障处理协议	147
8.5	性能测试与评价	148
8.5.1	实验模型及参数	148
8.5.2	实验结果及分析	150
8.6	本章小结	151
第 9 章	ARTs-EDB 事务管理实现技术	153
9.1	系统结构及组成	153
9.2	实时事务的执行与控制	156
9.2.1	事务执行模型	156
9.2.2	事务队列	158
9.2.3	事务状态及变迁	159
9.3	实时事务调度	160
9.3.1	多层可动态调整优先级分派	161
9.3.2	优先级驱动可抢占调度策略	161
9.4	实时事务并发控制机制	163
9.4.1	避免循环夭折的有条件高优先级夭折策略	163
9.4.2	封锁相容矩阵及锁表结构	164
9.4.3	封锁操作实现算法	166
9.5	实时数据库事务互斥与同步	167
9.5.1	实时事务互斥	168
9.5.2	实时事务同步	170
9.6	本章小结	172
第 10 章	总结与展望	173
参考文献		178



自 20 世纪 70 年代以来, E.F.Codd 提出关系模型后, 其理论和技术在数据库发展过程中不断成熟并得以广泛应用。进入 20 世纪 90 年代后, 一些新的应用领域, 如工业控制系统、军事指挥系统、计算机集成制造系统、程控交换系统、电子商务与电子政务等, 不断向数据库技术提出新的要求和挑战, 从而出现了一批适用于特定应用领域的现代数据库技术, 如实时数据库、主动数据库、工程数据库、时态数据库、Web 数据库等。同时, 计算机自身的发展也给数据库技术带来了深刻的变化, 特别是移动计算技术的迅速发展和嵌入式设备的大量涌现, 人们对 W4 (Whenever、Wherever、Whatever、Whoever) 式信息处理的需求越来越迫切, 于是嵌入式移动数据库已开始从研究领域逐步走向广泛的应用领域。而且, 随着智能移动终端的普及, 人们对嵌入式移动数据的实时处理和管理要求也不断提高, 因此嵌入式移动实时数据库越来越显示出其优越性。

1.1 嵌入式移动实时数据库概念

纵观数据库技术发展过程, 计算环境和数据库技术基本保持着同步发展的态势, 它们互相影响, 互相促进。计算环境先后经历了集中式、分布式、网络以及目前受到广泛关注的普适计算环境 (Pervasive Computing Environment) 等多种计算模式。相应地, 数据库系统的发展也经历了集中式数据库系统、分布式数据库系统、Web 数据库系统、普适计算环境下的数据库系统等多个阶段。作为普适计算环境下的典型数据库系统, 嵌入式移动数据库越来越受到重视。

与基于固定网络的传统分布式计算环境相比,嵌入式移动计算环境具有移动性、频繁断接性、网络条件多样性、网络通信非对称性、资源有限性、不可靠性、规模易变性及灵活性等特点,这些都要求嵌入式移动数据库系统必须具有比传统客户端/服务器及分布式数据库系统更高的数据管理能力及可伸缩性。而原先那些传统分布式计算和分布式数据库的研究中基于有线网络和固定主机的默认隐含假设,如固定网络连接、对等通信代价、主机结点固定不变等,在此环境下已不再成立。

大量嵌入式移动设备的出现与使用给实时应用带来了新的机遇,大大拓宽了实时数据库的应用领域,如公共信息的实时发布系统、实时电子交易系统、移动导航系统等,但也带来了新的挑战,如需要考虑移动计算环境特征(无线网络的高延迟、不可靠和频繁断接等)和考虑嵌入式环境资源的有限性。

嵌入式移动实时应用的根本特性是其事务和数据具有移动性和定时特性,但根据具体应用环境又具有不同的特点,如可计划性、分布规律性、结构复杂性、可预报性、合作性、不可逆性等。简言之,嵌入式移动实时数据库是事务和数据可以具有定时特性或显示定时限制,并运行在嵌入式移动计算环境的分布式数据库。其本质特征是移动计算、嵌入式计算、分布式计算、实时处理等先进技术与数据库技术的无缝集成(Seamless Integration)。

1.2 嵌入式移动实时数据库管理系统需求

嵌入式移动实时应用包含了丰富的数据和事务语义及复杂的结构,它们具有许多与传统应用不同的特征。综合嵌入式移动与实时应用环境的特点,嵌入式移动实时数据库管理系统(Embedded Mobile Real-Time Database Management System, EMRTDBMS)的功能需求可概括如下:

- 具有实时事务管理功能。EMRTDBMS 应提供复杂的实时嵌套事务管理能力,如根据事务的时间约束提供“实时”的事务预分析策略、“实时”的事务调度策略和并发控制机制等。
- 具有主动服务功能。EMRTDBMS 应提供主动机制监视和探测所嵌

入移动设备状态的变化或事件的发生，并主动作出反应。

- 支持移动性及位置相关性。嵌入式移动主机（Embedded Mobile Host, EMH）可以在无线通信单元内及单元间自由移动，而且在移动的同时仍然可能保持通信连接。此外，应用程序及数据查询可能是与位置相关的。因此，要求 EMRTDBMS 支持这种移动性，解决过区切换问题，并实现位置相关的查询处理。
- 支持频繁的断接性。EMH 由于多种原因经常处于主动或被动的断接状态，这要求移动主机上运行的事务在断接情况下仍能继续运行，或者自动进入休眠状态，而不会因网络断接而撤销。
- 支持网络条件的多样性。在整个移动计算空间中，不同的时间和地点连网条件相差悬殊。因此，嵌入式移动数据库系统应该提供充分的灵活性和适应性，提供多种系统运行方式和资源优化方式，以适应网络条件的变化。
- 支持系统规模的变化。在嵌入式移动计算环境下，用户规模比常规网络环境庞大得多，采用普通的处理方法将导致嵌入式移动数据库系统的效率极为低下。
- 支持数据库及其模式的移动抽取及生成。由于 EMH 可嵌入特定环境，能“即插即用”，故要求 EMRTDBMS 必须能进行数据库及其模式的移动抽取及自动生成。
- 提供完善的安全机制。由于嵌入式移动计算平台可以远程访问系统资源，从而带来新的不安全因素。此外，嵌入式移动主机遗失、失窃等现象也很容易发生，因此 EMRTDBMS 应该提供比普通数据库系统更强的安全机制。
- 适应有限的资源。嵌入式移动设备的电源通常只能维持几个小时。此外，嵌入式移动设备还受通信带宽、存储容量、处理能力的限制。因此，EMRTDBMS 必须充分考虑这些限制，在查询优化、事务处理、存储管理等诸环节提高资源的利用效率。
- 考虑网络通信的非对称性。无线网络上行链路的通信代价与下行链路有很大的差异。这要求 EMRTDBMS 充分考虑这种差异，采用合适的方式（如数据广播）传递数据。

- 适应多种嵌入式实时操作系统。嵌入式移动实时数据库应能支持多种目前流行的嵌入式操作系统,如 Windows CE、Palm OS、QNX 等。这样才能使 EMRTDBMS 不受嵌入式移动终端的限制。
- 支持多种连接协议。可以通过串行通信、TCP/IP、红外传输、蓝牙等多种连接方式实现与嵌入式设备和数据库服务器的连接。
- 提供统一、标准接口。嵌入式移动实时数据库应提供统一标准接口增强自身的通用性,扩大应用范围。

总之,在 EMRTDBMS 中需要考虑诸多传统计算环境下无须考虑的问题,如对断接操作的支持、对跨区域事务的支持、对位置相关查询的支持、对查询优化的特殊考虑、对提高有限资源的利用率和系统效率的考虑等。

1.3 嵌入式移动实时数据库的典型应用

嵌入式移动实时数据库的许多特性都与信息时代的需求特点相吻合。作为嵌入式移动实时计算环境中应用的支撑系统,嵌入式实时数据库在军事领域和民用领域都具有广泛的应用性和市场前景,如军队作战指挥自动化系统、数字化武器装备、空中交通管制系统、全球定位系统、现代化制造系统、计算机集成制造系统与企业信息化、移动通信、信息化家电、智能设备、智能交通与运输管理系统、智能医疗器械、水利与地质探测、金融系统、无线股票交易系统以及由 10 位院士联名推荐、国务院批准的《国家汽车计算平台工程》(国家重点工程,预计年产值达 4000 亿美元)中的各个方面等。因此,随着计算终端的小型化、各种嵌入及移动设备的大量涌现,嵌入式实时数据库系统的潜在市场将被开拓。可以预见,应用无限的嵌入式实时数据库系统将“无所不在”。以下列举了嵌入式移动实时数据库的典型应用,以说明开展嵌入式移动实时数据库理论与技术研究的必要性。

1. 军事作战指挥系统

对于国防军事各个领域,无论空中、地面和海上应用都离不开嵌入式实时信息管理系统的支持,具体的支撑主要表现在以下各方面。

1) 战术指挥控制系统

EMRTDBMS 可作为战术指挥控制系统的基础信息支撑平台。战术指挥控制系统是按空地一体战原则研制的 C³I (Command Control Communication Intelligence) 系统, 包括 5 个控制系统, 即机动控制系统、高级野战炮兵战术数据系统、前方地域防空指挥控制系统、情报与电子战领域的全信源分析系统、战斗勤务支援控制系统。此外, 还包括 3 个数字式通信系统, 即单信道地面和机载无线电系统、移动用户设备、陆军数据分发系统。使用实时信息系统平台, 既可增强作战控制的时效性和准确性, 又可提高部队整体作战的实时响应能力和协调配合能力, 甚至决定着战斗的胜负与成败。

2) 车辆间信息系统

车辆间信息系统既是一个车内指挥、控制、通信系统, 又是一个无线电入口系统。其主要组成包括指挥官综合显示器、炮塔电子装置和无线电接口装置。该系统通过热敏观察仪和激光测距仪等不间断地提供己方部队和车辆的位置以及目标方位。对有关信息的实时采集、车辆的实时定位与定时要求、数据的实时处理与准确性要求等都必须有能处理实时事件的信息平台的支撑。

3) 机载指挥控制系统

机载指挥控制系统指各种飞行装置所载的指挥控制系统。它提供战术作战中心系统的基本功能。其核心通信设备称为增强型通信接口终端, 可接收和显示情报和战斗网的数字信息。系统还含有指挥官态势感知工作台, 这是一个便携式计算机终端, 可直接从军用卫星接收情报数据与其他数据融合。现有通用信息平台对实时数据信息的汇总和统一调度要求的满足都显得软弱无力, 新的实时信息控制平台按照系统的实时需求量量身定做, 充分满足了集中控制和分布指挥的实时应用需求。

4) 小范围指挥控制系统

小范围指挥控制系统能为战场指挥员和参谋人员提供文本和图形信息以及数字地图, 能接收和显示来自全信源分析系统的情报数据, 并将其叠加在数字地图上。实现灵活机动的指挥控制, 必须要有小巧、实时的信息处理平台。

5) 单兵数字化装备

单兵数字化装备要使用嵌入式实时信息平台开发用于单兵作战指挥控制的软件系统。这种单兵数字化装备主要包括综合性头盔、单兵计算机/电台、各兵种武器、可调节温度的服装、微气候/动力等。

6) 导弹防御系统

导弹防御系统包括战区导弹防御系统和国家导弹防御系统。它使用集中式实时控制中心和嵌入式实时终端设备的信息平台,支持实时导弹防御功能,提高实时响应能力和防御的及时性。

7) 海上电子综合信息系统

海上电子综合信息系统主要用于舰艇(队)的航行、作战指挥、海域与气候、敌军情况等实时信息的采集、分析、处理与决策制定辅助,这些都必须要嵌入移动实时信息管理系统的支持。

2. 移动通信领域

大量的移动通信设备如手机、掌上计算机、个人数码助理(Personal Digital Assistant, PDA)等的出现为面向专门应用领域的嵌入式移动实时数据库提供了广阔的应用空间和潜在的市场前景。如移动用户可通过无线网络接收各种各样的公共信息,如实时股票行情、天气状况和交通信息等。

3. 股票交易系统

在股票交易的过程中,需要主动实时地捕捉股票价格的变动信息、分析股票价格走势、及时做出决策、快速响应众多用户的查询要求,所以必须建立以主动实时数据库服务器为核心的股票价格监测器、分析器,提高系统效率。而且,未来的股票交易还应能支持移动用户通过嵌入式移动设备随时随地进行。

4. 信息家电

信息家电(如机顶盒、WebTV、网络冰箱、网络空调等)近年来快速发展,它的个性化、区域化以及季节化等特点为支持特定应用的嵌入式移动实时数据库提供了较大的发展空间。据估计,未来10年是信息家电发展的黄金时期,以机顶盒(能接收数字电视信号,并能通过Internet双向传递数字化信息)为例,估计10年间总量可达到1亿~1.5亿台,

总市场需求将达到 900 亿~1500 亿元。

5. 空中交通管制系统

空中交通管制包括融合航迹分发服务器、接收服务器以及应急指挥席位和部分附属设备。空中飞行物在移动过程中不断向所属地区发送雷达信号,而雷达中心的实时数据库系统负责完成实时数据收集、存储及传输,可更有效地保障空中交通管理的安全可靠,提高发生意外事故的紧急处理能力。

6. 全球定位系统

全球定位系统(GPS)是用于导航和定位的通信系统,它由空中卫星、地面跟踪监测站、地面卫星数据注入站、地面数据处理中心和数据通信网络等部分组成,已广泛应用于农业、林业、水利、交通、航空、测绘、安全防范、军事、电力、通信、城市管理等部门。嵌入式移动实时数据库系统可作为其应用支撑平台和信息平台的一部分,对增强其定位的准确性和时效性具有很重要的价值。

7. 位置相关查询

位置相关查询是嵌入式移动实时数据库应用中最具特色,也是最吸引人的地方。游客可以通过随身携带的移动设备查询许多信息,如最近的餐厅在哪里、怎样去最近的医院、天气及实时交通状况如何等。与传统的数据库查询不同的是,上述查询的结果是与位置相关的,同样一个问题在不同的地理位置得到的回答可能是不同的。

8. 通信领域

在实时信息管理系统的基础之上还可以实现通信网络管理。网管中心软件可以提供告警监视功能,实现对交换机告警信息的实时监视、告警信息的处理,并对网络异常情况进行超门限告警,如通过接通率、溢出比等性能参数,可马上了解网络的异常情况并进行及时处理。同时可用于实时计费,用户可随时对其所使用资费金额进行查询。

9. 医疗仪器领域

大量医疗仪器的应用,如嵌入式心脏起搏器、嵌入式放射设备及分析监护设备,都需要嵌入式实时操作系统的支持,包括各种化验设备、肌动电流描记器、离散光度化学分析、分光光度计等,都需要使用高性

能的、专用化的嵌入式系统来提高其精度和速度。引入嵌入式实时数据库系统后，现有的各种监护仪的功能与性能都将得到大幅度的提高。

此外，嵌入式移动实时数据库技术还在零售业、制造业、金融业、医疗卫生等领域展现了广阔的应用前景。

1.4 相关产品介绍

目前，嵌入式移动计算市场已处于爆发的边缘，国内外数据库厂商纷纷介入嵌入式移动数据库市场，如 SyBase、Oracle、IBM 和 Microsoft 等大型数据库生产厂商都相继推出具有各自特色的嵌入式移动数据库产品。国内的一些研究机构也积极开展了此方面的研究工作，并推出了自己的产品。主要产品及特点分别介绍如下：

1. SQL Anywhere Studio

SyBase 针对移动计算和嵌入设备的数据管理快速增长的新市场，推出了 SQL Anywhere Studio，管理移动设备的数据与企业数据库同步。它主要由 Adaptive Server Anywhere（以前被称为 SyBase SQL Anywhere）、SQL Remote、SyBase Central、SQL Modeler、InfoMaker、PowerDynamo、UltraLite 提交技术、内置 ODBC 和 JDBC 驱动等核心组件组成。

Adaptive Server Anywhere 占用的资源少，但功能强大，如参照完整性、存储过程、触发器、行级锁、自动恢复功能等。它还提供了图形化管理工具，可方便集中管理远程数据库和同步环境，并支持 Windows、Novell、UNIX 等多个实时操作系统平台。

UltraLite 可以让企业提交只使用数据库组件的应用。对于内存和系统资源非常有限的手持设备来说，这项技术可以只用 50KB 的内存空间建立数据库应用。同时，UltraLite 具有企业级的参照完整性和事务处理能力，支持索引和多表连接，能够非常快地完成数据获取和更新，并且支持所有的 Java 虚拟机。

此外，MobiLink 同步技术提供了远程设备和异构数据源之间安全的双向企业信息交换，并支持特殊的手持设备协议。SQL Remote 则允许连接用户使用文件或消息传输机制进行数据同步。