



嵌入式Internet

21世纪的一场信息技术革命

赵海 编著



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

Internet

嵌入式Internet

21世纪的一场信息技术革命

嵌入式 Internet

——21 世纪的一场信息技术革命

赵 海 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书内容分为四部分。第一部分为第1章、第2章和第3章,没有借助对历史的回顾来“驱动”,而是通过未来对嵌入式 Internet 需求的描述“牵动”今天的研究和应用,阐述了我们应当如何面对机遇同时迎接挑战。第二部分为第4章到第7章,讨论了嵌入式 Internet 对设备和技术的要求,其中重点研究了现存的三种嵌入式操作系统、无线传感和居间化设计等问题。第三部分为第8、第9章,介绍了 Webit 技术和伪 Java 虚拟机技术,特别是 Webit 的主要设计、分析、研究、调试和应用过程。第四部分为第10章到第14章,阐述了从传感/施动模型和嵌入式计算到融合计算和原组织计算的理论及实践依据,该部分的研究将嵌入式 Internet 技术引导向更加广泛的交叉学科。在世纪交换的上下50年里,旧理论被新实践所吞噬殆尽,人们期望着新理论的出现来指导未来实践,技术在发展,时代在前进,所以“这里不是结论”。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无防伪标签不得销售。

书 名: 嵌入式 Internet——21 世纪的一场信息技术革命

作 者: 赵 海

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编:100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者: 清华大学印刷厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×960 1/16 印张: 21 字数: 369 千字

版 次: 2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-04708-1/TP·2799

印 数: 0001~8000

定 价: 29.80 元

序

计算机应用学科博士赵海写的《嵌入式 Internet》即将在清华大学出版社出版。作者针对信息时代所带给人们的巨大变革,从个人计算机(PC机)、操作系统、Internet 到嵌入式 Internet,回答了“用信息技术带动传统工业”这个时代主题的具体实施方案。

赵海博士本着以“大学兴于研究,研究支撑产业,产业旺于教学,教学培养人才”的宗旨,将其远大的学术抱负与现实的市场利益融合在一起,使嵌入式 Internet 这门技术从实验室走向市场,从大学校园走向社会。由于计算机技术、通信技术和控制技术的飞速发展,人们的生活和工作方式正在发生着翻天覆地的变化,随着 Internet 应用的进一步普及,其宽带化和个性化特征也正在日趋明显,在未来的岁月里人和设备将共同成为上网的主体。至于全球经济一体化,更是任何人难以阻挡的趋势和潮流,特别是我国在加入世界贸易组织(WTO)之后,我们不可避免地要迎接一体化所带来的新挑战。传统的工业并不一定传统,信息工业离开传统工业也不能单独生存,而嵌入式 Internet 技术恰好是传统工业与信息工业结合的纽带。

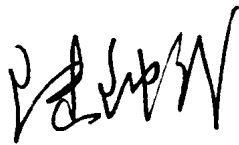
科学技术的进步告诉我们这样一个道理,应用的发展始终是技术进步的動力,或者说应用和技术的进步是相互推动、相互促进的,回顾上一个世纪各个交叉学科的发展恰好说明了这点。时间在瞬间翻开了新的纪元,于是乎我们的目光聚焦于新世纪的挑战。赵海博士试图想通过这本书告诉人们,嵌入式 Internet 技术能够透过网络访问行为,利用网络放大感知,借助网络拓展控制空间。这些也许是一个设想,但是 Internet 将我们的世界密切连接起来,在这方面的研究探索了网络系统及其环境的深度耦合。

据我所知,赵海博士近年来把相当多的时间和精力都放在嵌入式 Internet

技术的研究和教育事业上,本书的前一个版本已经作为东北大学信息科学与工程学院中计算机应用学科的博士研究生和硕士研究生教材,其效果甚好。

众所周知,Internet 应用要远比 Internet 本身更为重要。嵌入式 Internet 也许会使我们大吃一惊,然而正确的答案往往和我们所熟悉的常识相反。本书的作者并没有满足于 Internet 本身,而是以其开阔的视野、独到的眼光、具体有效的方法,使我们看到了嵌入式 Internet 将带给我们的一场全新的“生活方式的革命”。

本书的特点在于不仅提出了学术观点,而且这些学术观点都是来源于某些具体的研究和行之有效的经验,因此,具有相当的说服力。虽然本书是面向信息技术领域的学术专著,但是作者将这门“怪里怪气”的技术哲学化、文学化和生活化,使读者可以从本书中学到一些分析、思考、研究问题的方法以及深入理解嵌入式 Internet 这个新概念的启示。笔者认为本书是以全新的视角分析并研究了后 Internet 技术的问题,是新思想、新概念、新技术、新产品、新应用和新利益的挑战,希望能够引起我国相关领域中研究者和企业家们的重视,结合我国的实际情况走出一条适合于我国国情的“用信息技术带动传统工业”的道路。



2001 年 4 月 19 日

沈阳·东北大学

(原东北大学校长、中国工程院院士)

前言

按照爱因斯坦 (Albert Einstein) 相对论的观点来看,当信息以光速环绕地球传输时,我们所面对的空间在缩小而时间在放大。嵌入式 Internet 应用恰好如此,它使得我们的地球变成了一个“地球村”、一个具有电子化皮肤的“地球生物”。回忆一下,上一个世纪发生在计算机和网络通信领域里的三场非常具有应用价值的革命。

首先,是 PC (Personal Computer) 机革命。我们说 PC 机是一场革命的原因,是因为 PC 机将传统的计算机从专用的地方、专业的人员手中解放出来,变成了你家中的家电、办公室中的办公设备、工厂里的仪表和医院中的医疗器械。

第二场革命,要算是操作系统革命了。我们说操作系统是一场革命,其原因是因为尽管你的家中和办公室里有了计算机,也只能有少部分专业人员才能使用那个复杂的 DOS。美国微软公司研发的 Windows 操作系统,将我们从复杂的 DOS 应用环境中解放出来。今天,几乎没有人不会使用计算机了,“双击”已经被人们所广泛接受。

第三场革命,毫无疑问是 Internet。1995 年美国微软公司总裁比尔·盖茨 (Bill Gates) 在他的《未来之路》(The Road Ahead) 的前言中写到:“我不知道这场变革会将我们引向何方?但是我知道是人和人之间通信方式的变革,……使我们的地球变成了一个地球村。”如果说比尔·盖茨是预言家,那么五年后的今天,Internet 真的通过人与人之间通信方式的改变实现了这场革命。

时间在瞬间翻开了新的纪元,于是乎我们的目光聚焦于新世纪的挑战。如果说 PC 机革命奠定了操作系统革命的基础,如果说操作系统革命引发了 Internet 革命,那么 Internet 革命就必然将导致“嵌入式 Internet”这一场 21 世纪的信息技术革命。

人类对计算机的依赖,最初仅限于计算。由于计算模型的复杂性和边界条件的模糊性使得计算机演变成今天的形态。计算机的操作系统和数据库的进步解决了诸多关于计算复杂性的问题,计算机网络似乎解决了另外一些问题并提出了新的挑战。

当人们最初使用计算机的时候,希望通过网络去访问数据 (Data over IP),例如在 Internet 上使用操作系统、数据库和 Web 服务器资源。当人们掌握了 IP 的数据访问技巧之

后,又希望能够利用网络去访问语音和图像(Voice/Video over IP),所以产生了视讯会议和 IP 电话。当人们对视讯会议和 IP 电话熟视无睹的时候,借助网络访问行为就是人类新的希望,也就自然产生了嵌入式 Internet。

透过“网络访问了设备的行为(getting physical)”,也许这是我们的第一个设想。动态系统将我们的世界密切相连,这是通过传感器和施动器来监视并且改变这个世界的物理环境。这方面研究探索了网络系统和它们环境的深入耦合。

利用“网络放大了人类的感知(getting real)”,网络使人更真实。动态计算将以比人快得多的速度对外部激励做出反应。对这方面的研究将在控制论和计算机科学中架起一座桥梁。

借助“网络拓展了我们的操作空间(getting out)”,交互式计算不可避免地要人参与到计算过程中。然而,收缩的时间常数和绝对数值须要借助于脱离人的动态操作模型来完成。

从神经网络理论的角度出发,把 Internet 这个分布式网络看成是地球的“经络”,Internet 的节点看作是经络的“穴位”,把嵌入式 Internet 的传感和施动信号看作是“穴位”的刺激和反映,而所须要达到的一定刺激和反映强度则相当于节点的阈值,这样“地球村”就变成了一个具有电子化皮肤的“地球生物”了。

事实上,我并非是用笔墨在书写本书,嵌入式 Internet 的概念是一粒种子,最早(1993 年)播种于国家 863 计划课题(课题编号:09N-1124)的土壤;经历了国家(1995 年)自然科学基金课题(课题号:69873007)的考验;迎接了世界前沿科技的挑战(参加了 Comdex'97 美国和 Cebit'99 德国)。本书中内容分为四部分,它包括了嵌入式 Internet 的概念;从 EI(Embedded Internet)所讨论体系结构的基本问题到 ETI(Embed The Internet)以研究嵌入式设备为主要应用目标;又向着 ETI(Embedding The Internet)针对嵌入式计算的方向发展。

第一部分为第 1 章、第 2 章和第 3 章,没有借助对历史的回顾来“驱动”,而是通过未来对嵌入式 Internet 需求的描述“牵动”今天的研究和应用,阐述了我们应当如何面对机遇同时迎接挑战。第二部分为第 4 章到第 7 章,讨论了嵌入式 Internet 对设备和技术的要求,其中重点研究了现存的三种嵌入式操作系统、无线传感和居间化设计等问题。第三部分为第 8、9 章,介绍了 Webit 技术和伪 Java 虚拟机技术,特别是 Webit 的主要设计、分析、

研究、调试和应用过程。第四部分为第 10 章到第 14 章,阐述了从传感/施动模型和嵌入式计算到融合计算和原组织计算的理论与实践依据,该部分的研究将嵌入式 Internet 技术引导向更加广泛的交叉学科。在世纪交换的上下 50 年里,旧理论被新实践所吞噬殆尽,人们期望着新理论的出现来指导未来实践,技术在发展,时代在前进,所以“这里不是结论”。

本书的撰写工作得到了众多人士的协助。首先,我要深深地感谢东北大学校长赫冀成博士为支持这项工作所做的安排。感谢东大新业的阮冠春先生所领导 R&D. D 的全体成员;孙影女士所领导 M&D. D 的全体成员;刘书生教授所领导 CNCI 的全体成员。

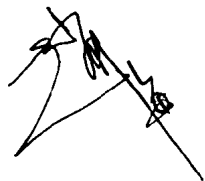
承蒙以下参加审阅的诸位硕士和博士提出了有益的建议,使我获益匪浅:他们是金欢硕士、李传鹏硕士、李玲硕士、吴进时硕士、方海光硕士、邱兵硕士和徐凌宇博士、杜庆东博士、张德干博士、王刚博士、王济勇博士、林涛博士。

我非常感谢清华大学出版社的陈克强先生对本书出版所做出的贡献。

对戈丽女士的编辑、校对、制图所做出的大量工作深表谢意。

我还要感谢我的夫人张晓雪女士和儿子赵禹对我完成本书所给予的多方面帮助。

由于作者学识浅薄,尽管竭力而为之,但是仍然难免错误和缺点,敬请随时指教,以便今后改进。



2001 年 6 月 20 日于沈阳

21 世纪大厦



赵海，1959年出生于沈阳，现任东北大学信息科学与工程学院教授及博士生导师（国务院特殊津贴）。1982年毕业于大连海事大学获得通信工程学士学位；1984年考入东北大学计算机系，先后获得计算机应用学科的硕士和博士学位。主要研究领域为计算机网络通信，其中卓有成绩的研究有嵌入式Internet、数据/信息融合理论，在国内外著名学报和刊物上发表了100余篇学术论文，完成了三部学术专著，并获三项中国专利和一项美国专利，三次获得省部级科学进步奖。

赵海博士现任东大新业信息技术有限公司的CEO，1992年被选为美国SME和CASA两个协会的高级会员，并与The University of Texas at Dallas(U.S.A.)和University of Waterloo(Canada)等大学和研究机构保持着长期科研和教学合作关系。

目 录

第1章 机遇与挑战	1
1.1 “万物的本原是数”	1
1.2 狼烟的启发	3
1.3 计算机网络的释义	8
1.4 上一个世纪的三场革命	9
1.4.1 PC 机革命	9
1.4.2 操作系统革命	11
1.4.3 Internet 革命	12
1.5 Internet 的使命	17
1.5.1 预测未来	17
1.5.2 千年等一回	19
1.5.3 嵌入式 Internet 是一个变换	22
第2章 E-Life	28
2.1 不知道为什么	28
2.2 未来的住宅	29
2.3 电视机的未来	35
2.4 还是电话吗?	38
2.5 游戏:一种不可能取代的教育	41

2.6 家庭保健中心·····	43
2.7 殷勤的厨师·····	46
2.8 身网和智能房间·····	48
2.9 家庭网络·····	52
2.10 永远满足不了的要求 ·····	53
第3章 嵌入式网络机器人 ·····	56
3.1 探索的冲动·····	56
3.2 个人机器人·····	58
3.3 基于行为的机器人·····	62
3.4 网络机器人·····	63
3.5 机器人定位算法·····	65
3.6 机器人绘图·····	67
3.7 永远不是人·····	68
第4章 嵌入式操作系统的选择 ·····	70
4.1 为什么嵌入? ·····	70
4.2 从电信市场到掌上电脑·····	73
4.3 从信息的激励到 Windows ce 的出现 ·····	80
4.4 Linux 的挑战 ·····	83
4.5 无线网络 Linux ·····	85
4.5.1 嵌入式必然导致无线 ·····	85
4.5.2 只有无线才能移动 ·····	86

4.5.3 移动必须小型化	86
4.6 信息家电与嵌入式操作系统	87
4.7 竞争是残酷的	91
第5章 非居间化设计	96
5.1 抑制竞争	96
5.2 网间协议(IP)簇	98
5.2.1 应用层	99
5.2.2 寻址	100
5.2.3 IP 路由选择	102
5.2.4 ICMP	103
5.2.5 IRDP	104
5.2.6 传输层	104
5.2.7 高层协议	106
5.3 共生的非居间化	107
5.4 Internet	109
5.4.1 E-mail	110
5.4.2 FTP	110
5.4.3 Telnet(在线服务)	111
5.4.4 IRC	111
5.4.5 News	112
5.4.6 WWW	112
5.4.7 Gopher	113
5.5 Switch、Router 和 Webit	113
5.6 掠夺性的非居间化	115
5.7 生产者/消费者模型	117

第 6 章 蓝牙技术(Blue tooth)	124
6.1 蓝牙系统	124
6.1.1 射频特性	125
6.1.2 TDMA 结构	125
6.1.3 差错控制	126
6.1.4 跳频技术	126
6.1.5 安全控制	126
6.2 建立网络连接	127
6.2.1 蓝牙组网	127
6.2.2 蓝牙组网状态	128
6.2.3 建立网络连接	128
6.3 协议的体系结构	129
6.3.1 协议体系	129
6.3.2 蓝牙核心协议	130
6.3.3 电缆替代协议	132
6.3.4 电话控制协议	132
6.3.5 可选协议	132
6.4 蓝牙用户模式及协议栈	133
6.4.1 文件传输模式	133
6.4.2 Internet 的网桥模式	133
6.4.3 局域网访问模式	134
6.4.4 同步模式	135
6.4.5 一机三用电话模式	136
6.4.6 头戴式设备模式	136
6.5 蓝牙技术应用前景	137

第 7 章 无线网络传感器	140
7.1 从有线到无线	140
7.2 IP 粘合移动和固定	141
7.3 嵌入式设备原理	143
7.3.1 感知信息的传播定律	143
7.3.2 探测和估计的理论基础	145
7.3.3 通信的限制	147
7.3.4 IC 中节能技术	148
7.4 信号处理	149
7.5 网络体系结构	151
7.6 节点体系结构	153
7.7 广义传感器	154
 第 8 章 Think it, “Webit”	157
8.1 后 PC 时代	157
8.2 嵌入式设备	158
8.3 小东西大道理	160
8.3.1 IP 上的“行为”	160
8.3.2 接入网络	162
8.3.3 低成本固件	163
8.3.4 设计一个范例	168
8.4 低成本系统环境	170
8.5 编制一个属于你的 Web	172

8.6	Webit 开发工具 EIBuilder	178
8.6.1	EIBuilder 的设计理念	178
8.6.2	系统环境	180
8.6.3	系统文件格式定义	181
8.6.4	EIBuider 的主要组件及模块定义	182
8.7	新版本的 EIBuilder	188
8.8	敢问路在何方	188
第9章	伪 Java 虚拟机	191
9.1	反熵意味着创造	191
9.2	后网络时代	194
9.3	大胆的构想	195
9.4	创造来自于需要	197
9.5	从“控制”中来,回到“控制”中去	198
9.6	伪 JAVA 的体系结构	201
9.7	历史的轨迹	203
9.7.1	Phar Lap 公司	203
9.7.2	Agranat Systems 公司	204
9.7.3	emWare 公司	204
9.7.4	PicoWeb 公司	206
9.7.5	Dallas 半导体公司	207
9.7.6	Neu-Era 公司	208
第10章	嵌入式传感/施动模型	210
10.1	对嵌入式的影响	210

10.2	神经反射理论对嵌入式的支持	211
10.3	嵌入式传感/施动模型描述	214
10.4	传感模块	218
10.5	施动模型	221
10.6	动态相互作用与融合模块	222
10.7	反应和行为的嵌入式研究	224
第 11 章	嵌入式 Internet 的计算	228
11.1	老问题新概念	228
11.2	不可缺少的技术	230
11.2.1	嵌入式 Web 服务器	230
11.2.2	Java、applets 和 Jini	231
11.2.3	无线网络连接	233
11.3	设备技术	234
11.4	无孔不入的应用	239
11.4.1	E-Home	239
11.4.2	实验跟踪	240
11.4.3	健康监测	241
11.5	依旧存在的挑战	242
第 12 章	融合计算	243
12.1	计算的局限性	243
12.2	未来做什么?	245
12.3	透过网络访问行为	248

12.4	突破人体的感知界限·····	250
12.4.1	感知在皮肤之外·····	250
12.4.2	软件控制·····	251
12.4.3	网络控制·····	253
12.4.4	网络时钟·····	255
12.5	拓展我们的操作空间·····	257
12.6	计算是一种信息融合·····	258
12.7	计算机科学的新定义·····	262
12.8	计算动力学·····	264
第 13 章	原组织计算 ·····	266
13.1	来自细胞生物学的诱惑·····	266
13.2	原组织系统的编程范例·····	269
13.2.1	“无规则游戏”·····	269
13.2.2	“波粒二象性”·····	271
13.2.3	从波传播到模式成形·····	273
13.2.4	来自生物的更多隐喻·····	277
13.2.5	物理学和守恒系统·····	279
13.3	细胞计算·····	280
13.4	纳米空间的计算:一个真实的梦幻·····	284
第 14 章	这里不是结论 ·····	287
14.1	哲学家与船夫·····	287
14.2	嵌入式 Internet 的兴趣和利益·····	289
14.2.1	养一个“蜘蛛”去编织你的网·····	289