

SEM
译丛

Wiley 系统工程与管理系列精选译丛

丛书主编 胡保生

WILEY

Thomas B. Sheridan

人与自动化

——系统设计和研究问题

Human and Automation: System Design and Research Issues

〔美〕 托马斯·B·谢利丹 著

胡保生 译



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

TP1/6

2007



Wiley 系统工程与管理系列精选译丛

丛书主编 胡保生

Human and Automation:
System Design and Research Issues

人与自动化

——系统设计和研究问题

〔美〕 托马斯·B·谢利丹 著
Thomas B. Sheridan

胡保生 译

西安交通大学出版社

Xi'an Jiaotong University Press

THOMAS B. SHERIDAN

HUMAN AND AUTOMATION: System Design and Research Issues

Copyright © 2002 by Thomas B. Sheridan

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, scanning or otherwise, except as permitted under Section 107 or 108 of the 1976 United States Copyright Act, without either the prior written permission of the Publisher, or authorization through payment of the appropriate per-copy fee to the Copyright Clearance Center, 222 Rosewood Drive, Danvers, Ma 01923, (508) 750-8400 fax (508) 750-4744. Requests to the Publisher for permission should be addressed to the Permissions Department, John Wiley & Sons, Inc., 605 Third Avenue, New York, NY 10158-0012, (212) 850-6011, fax (212) 850-6008, E-mail: PERMREQ@WILEY.COM.

All rights reserved. This translation published under license.

陕西省版权局著作权合同登记号:25-2005-076

图书在版编目(CIP)数据

人与自动化:系统设计和研究问题 / (美) 谢利丹
(Sheridan, T. B.) 著; 胡保生译. — 西安: 西安交通大
学出版社, 2007. 8

书名原文: Human and Automation: System Design
and Research Issues

ISBN 978-7-5605-2530-3

I. 人… II. ①谢…②胡… III. 自动化-研究 IV. TP1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 121147 号

书 名: 人与自动化:系统设计和研究问题

著 者: (美) 托马斯·B·谢利丹

译 者: 胡保生

出版发行: 西安交通大学出版社

地 址: 西安市兴庆南路 10 号出版大厦(邮编: 710049)

电 话: (029) 82668357 82667874(发行部)

: (029) 82668315 82669096(总编办)

电子邮件: xjtupress@163.com

印 刷: 西安交通大学印刷厂

字 数: 209 千字

开 本: 687×1012mm 1/16

印 张: 18.75

印 次: 2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 0001~3000

书 号: ISBN 978-7-5605-2530-3/TP·498

定 价: 32.00 元

版权所有 侵权必究

译者序

译者 1983~1984 年在麻省理工学院 (MIT) 期间, 有机会了解 Sheridan 教授在人机系统方面的工作和贡献, 也引起了我对这方面的关切和兴趣。因而, 也曾形成了译者以后教学和研究工作的一个方面。并曾与当时在 MIT 的 A. H. Levis 教授在制造系统人机交互方面的研究合作, 以及积极参与国际自动控制联合会 (IFAC) 人机系统委员会的活动, 并在西安举办了 IFAC 的第四届国际人机系统分析、设计和评价会议, 与国际知名的人机系统专家和学者建立了联系和友谊。

长期以来, 译者就期望选取一本国外的人机系统名著, 介绍到国内来。以求促进国人对自动化中人机关系问题的进一步重视。无奈, 过去实在太忙, 无暇顾及这一点。

现在, 十分高兴得到 Sheridan 教授和 Wiley 出版社的允诺, 以及西安交通大学出版社的支持, 终于如愿能翻译出版这本名著。译者十分感谢他们的允诺和支持。

2007 年 7 月

中文版前言

这是一个莫大的荣誉,本书由西安交通大学系统工程研究所的胡保生教授翻译,并以中文出版。本书原来是应人因素和人机工学学会的要求而写,并与他们合作于2002年在John Wiley公司出版。

至今,五年以后,自动化越来越多地呈现在人们的日常生活中,并且这种趋势肯定会继续下去。特别是中国,一个在技术上以惊人速率显著发展的大工业国,已变成世界的制造中心,并将越来越自动化。我希望本书能作为向导来帮助建立中国工人与他们自动化技术之间的有效和健康关系。

我自己的多次中国之旅,跨及1981到2006时期与同事们一起工作,以及我与麻省理工学院中许多中国学生的交往,形成了我对中国文化的极大重视,也与某些人形成了密切的友谊。我盼望今后有更多交流。

托马斯·B·谢利丹
剑桥,马萨诸塞州,美国

2007年7月

Preface to the Chinese Edition

It is a great honor to have this book translated by Prof. Baosheng Hu of the Institute of Systems Engineering, Xi'an Jiaotong University, and published in Chinese. The book was originally requested of me by the Human Factors and Ergonomics Society and published in 2002 as a collaboration with them and the John Wiley publishing company.

Now, five years later, automation is ever more present in the daily lives of all peoples, and that trend will surely continue. China in particular, a great industrial nation growing in technological prominence at an amazing rate, has become the world center for manufacturing, which will be increasingly automated. It is my hope that the book can serve as a guide to build a productive and healthy relationship between Chinese workers and their automation technology.

My own various trips to China, spanning the period 1981 to 2006 to work with colleagues, as well as my associations with many Chinese students at MIT, have formed a great respect for Chinese culture and people as well some close friendships. I look forward to many more exchanges.

Thomas B. Sheridan
Cambridge, Massachusetts, USA
July 2007

前 言

本书是为希望了解自动化与人的许多交互问题的专业人员和学生写的一本简明指导教材。目的是为已知道一点自动化,并希望学习人因素领域是什么及其与自动化有什么关系的工程师们所用。本书也试图为那些希望知道人与自动化如何交互作用的人因素专家、行为和生命科学家以及医生使用。

本书打算作为已相当合理地建立和一致认可的关于人与自动化,包括相关数学模型的一份法规汇编和评述。但并不企图表述本领域或其专门范畴的最新研究,虽然这里对研究的资料附有充分的参考文献。其它书籍,例如 Parasuraman 和 Mouloua(1996), Mouloua 和 Koonce(1997)以及 Sarter 和 Amalberti(2000),是最近会议的论文集或有由专家们撰写的他们最近研究成果的几章。

本书是应人因素和人机工学学会之邀约而撰写的。我希望它除了作为一本参考书之外,还对正在出现的人因素与自动化课程有用。我试图用易懂的英语来撰写,尽可能避免使用专业的术语,除非为了向读者介绍他们应该熟悉的技术名词、通用的缩略词等有关概念。

本书的正文在 2001 年 9 月 11 日恐怖事件之前已基本上完成。然而,回顾起来,显然人与自动化的问题变得比以前更为重要。确实,我们需要改进安全和作为社会幸福的自动化,然而,我们知道,各种人与自动化设备的大规模集结(运输、通信、建筑、食品、水和

电力的供应等等),会十分地脆弱和易于受恐怖分子的攻击。这种挑战是巨大的。

本书的组织

本书组织成三部分共 10 章。第一部分“背景”包括第 1 章引论和第 2 章在各种系统场合中实施的一些自动化样板。

第 1 章定义人因素工程,介绍某些历史和讨论已在此领域形成的方法论。它还定义了自动化和给出一个为了解自动控制的经典反馈控制精髓的基本概念的快速摘要。熟悉人因素/人机工学或自动化的读者可以跳过这些引论性的说明,或可以利用它们来核对他们是否赞同我的各种假设。

第 2 章“在各种场合中人与自动化的交互作用”,讨论早先仅由人控制的领域中人与自动化的目前现象(性质)和预测的未来交互作用。范围包括航空(驾驶和空中交通管制)、汽车和公路系统、火车、轮船、空间飞行器、危险环境中的遥操作器、训练和娱乐的虚拟现实、核电站和过程控制、离散零件的制造、医院系统、国防和民用急救中的指挥和控制、办公室系统、教育、“智能”住宅中的自动化以及个人的自动化。读者将开始看到,自动化的人因素问题可能具体不同,但实际上在所有这些意义上又极为相同。

第二部分“人与自动化系统的设计”是最长的一部分。从第 3 章到第 7 章详述了这一主题。第 3 章“分析和设计过程”回顾任务分析、人与机器间的功能分配,以及关于建模和优化的某些概念。

第 4 章“与自动化有关的人的性能”讨论速度和精确度、鲁棒性、适应性、自步调、情况感知、心理负荷、人的错误、系统可靠性和决策。

第 5 章“显示和决策辅助”并不企图作为显示设计的标准人因素的指导性教材。而是一些评论,它包括显示专用、集成和灵活

性;生态显示;与显示交互的方法;报警和警告;监视和手续的显示辅助;预测显示;满意的决策辅助;以及决策辅助的规范。

第6章“监控”定义了这样的广泛概念,即它实际上是自动化的对立部分——人的作用。而且包括历史、人的作用,以及何时自动化和利用监控。

第7章“仿真、测试和评价”讨论人-自动化设计的经验性质,人在回路中的仿真,对设计实验测试的防止误解说明,虚拟工程和评价过程。

第三部分“一般的研究问题”分为第8,9,10三章。第8章“人与自动化的技术问题”探讨研究者试图通过科学手段解决的各种问题,包括复杂性,监视,给出建议,自动化可以走得有多远,最终权威,以人为中心的自动化,人-自动化系统建模和预测的局限,以及设计的限制。

在第9章中我讨论了一些围绕日益增长的自动化的广泛的社会和哲学问题,这些问题涉及作为个体的和社会的人。其中包括自动化的社会效益;人的不合理性;与个人的疏远;与社会(公众)的疏远,以及教育的需要。

第10章十分简要地强调了必须保证处理人-自动化系统项目的正确管理的某些问题,从而在更大社会环境的意义下取得成效和被接受。它还给出了关于对设计者、经理和公众教育需要的防止误解的说明。

在第10章之后是一个广泛的附录(A),它提供了认为对处理人-自动化交互作用研究和设计来说最重要的规范理论的简介。附录A的各节包括或然率和某些概率测试(贝叶斯、采样、零假设测试);信息理论和信息的价值;效用;离散决策;帕累托边界(Pareto frontier);明确和模糊规则为基础的决策;在不确定性中的决策;是否要自动化的决策;博弈论;信号检测理论模糊信号检测;决策者

的校准,以及连续控制(开关控制、传递函数、稳定性、增益相位图、控制最优化、模糊控制)。

附录 B 给出附录 A 中一些模型的样本问题和解。

致谢

我非常感激以下一些人的贡献: Russ Ferrel 与我对早先一本书的合作,它成为本书附录 A 的大部分; John Hansman, Joachim Meyer, Bill Rouse, Andy Sage 和 Toshi Inagaki 等对各章的评论; Neville Moray 对许多问题的有益讨论; 还要感谢许多也曾是我老师的学者们和所有曾经帮助过我的人。

目 录

CONTENTS

译者序

中文版前言(中英文)

前言

第一部分 背景

第1章 引论

人的因素:是什么?	(3)
自动化是什么?	(9)
人与自动化关键问题的预告	(13)

第2章 在各种场合中人与自动化的交互作用

飞机和空中交通管制	(15)
汽车和公路系统	(25)
火车	(30)
轮船	(34)
宇宙飞船	(36)
供危险环境、定位运动和其它非常规任务使用的遥操作机	(37)
供训练和娱乐用的虚拟现实	(41)
核电站和过程控制	(43)
离散产品的制造	(45)
医院系统	(47)
国防和民间急救中的指挥和控制	(51)
办公室系统	(52)

教育	(53)
“智能”家庭	(54)
对人的自动化	(56)

第二部分 自动化系统的设计

第3章 分析和设计过程

人因素专业人员的作用	(60)
人-机任务分析:目标和约束	(61)
人-机功能分配	(64)
大系统的组织	(72)
最优化	(73)
手册、指南和标准	(74)

第4章 有关自动化的人的性能

人的名义性能:速度和准确度	(76)
在连续任务中的鲁棒性、适应性和自步调	(78)
决策人的偏见(向)	(80)
状况的察觉	(82)
信赖	(84)
思想工作负荷	(85)
人的错误	(91)
人-机系统的可靠性分析	(99)

第5章 显示和决策辅助

显示的专用、集成和灵活性	(106)
生态显示、兼容性、动画化和虚拟现实	(109)
通过图标和菜单显示、语音、触觉输入的交互	(113)
警报和警告,以及异常的监视问题	(115)
用监视和程序辅助的显示	(118)
基于模型的辅助控制的预测显示	(119)
满意的决策辅助	(122)
以决策辅助交谈的道德规范	(124)

第 6 章 监控

监控的定义	(127)
历史的趋势	(129)
监视人员的五个任务	(130)
何时自动(和利用监控)	(141)

第 7 章 仿真、测试和评价

作为一种经验性活动的人-自动化设计	(143)
人在回路中的仿真	(144)
作为一种比喻在研究和设计过程中利用仿真的估计理论	(148)
防止对设计实验测试误解的说明	(150)
虚拟工程	(152)
评价	(154)

第三部分 一般的研究问题

第 8 章 人与自动化的技术问题

系统的复杂性:如何对付	(160)
监视:一种没有人愿意做的工作	(163)
提出和采用建议	(164)
借助自动化可走得多远	(167)
最终的权力:何时和由谁来行使	(170)
人为中心的自动化:这意思是什么	(173)
人-自动化系统中建模和预测的限制	(176)
设计人-自动化系统的限制	(178)

第 9 章 人与自动化的社会问题

自动化的社会效益	(181)
人的合理性	(184)
与个人的疏远	(189)
与社区的疏远	(196)

第 10 章 系统管理和教育

系统管理	(203)
教育	(207)

附录 A. 最重要规范模型的基本原理

1. 概率和某些概率测试	(211)
2. 信息	(216)
3. 效用函数(目标函数)	(224)
4. 不连续决策	(226)
5. 连续控制	(247)

附录 B. 样本问题和规范模型的解

1. 附录 A 中所包含论题的习题	(258)
2. 对附录 B 中习题的解答	(266)

参考文献

第一部分

背景

第 1 章

引 论

本节表达人因素(这里用作术语;见以下)和自动化——作为独立的、个别的实体和正在涌现的新学科的一些基本概念。因为这是一本入门读物,所以无意对每个课题做全面而广泛的论说。有许多书阐述了上述每个问题,特别是关于自动化。但我希望从独立的实体开始,然后结合起来阐明人与自动化之间的交互作用、合作(和不合作)以及密切结合(但不一定乐意)。

谈及人与自动化交互作用是否有意义呢?人-自动化系统,按定义来说是否不可能,或是矛盾的修辞?回答是明确的“不是”,并且我将使用人-自动化系统这个词,绝不是临时凑合。这种系统较人-机系统来说更有限制,人机系统仅包括那些(尚待定义的)自动化的机器。但它们并不是完全自动的,不是 100%自动化的。事实上,只有很少系统是 100%自动化、没有任何人的交互的。有许许多多系统在很大程度上是自动化的,但还有一些关键之处、要与人交互。

本来,在自动化的情况下,通常认为使用某些少量的数学对阐明许多事是不可缺少的。但是,本书的意图是尽量直观地表达一些基本概念,因此,由附录 A 来表述对自动化来说是基础的一些数学模型,本书的主体则讨论人-自动化的定性关系。

人的因素:是什么?

定义

人的因素,也就是通常所说的人的工程或人因素工程,是行为科学和生物科学在机器和人-机系统设计中的应用。最突出的行为科学是认知心理学和领域广泛的实验心理学(研究感觉、认识、记忆和思考以及运动技能),以及较小范围的组织和社会心理学、社会学和心理测验学,但不是临床心理学。最显著的生物科学是人类系统生理学(研究细胞级别以上的器官功能)。

通常,人体工程学(ergonomics——来自希腊文 ergon—工作、nomos—原理或定律;字面上就是“工作研究”)这个名词被用作人因素(human factor)的同义词。但是,在某些场合,人体工程学逐渐涉及有关人体测量学、生物力学和人体运动学的人因素的狭窄方向,主要应用于座位和工作空间设计。人与自动化的交互作用在传统意义上较少涉及人体工程学,更多涉及感觉和认知的功能。因而,认知工程(cognitive engineering)和认知人体工程学(cognitive ergonomics)这些名词开始流行。

简短历史

历史上,一直有人对人体和人脑感兴趣,并且对在 workplaces 的行为有实际的兴趣。莱昂纳多·达·芬奇曾为人机系统画出精巧的图画。在 1857 年,波兰学者 Wojciech Jastrowski 发表了《人体工学大纲》(An Outline of Ergonomics),或叫《工作的科学》(The Science of Work)。在 1900 年初,Frederick Lewis Taylor(有时他被认为是“科学管理之父”)试图利用时间和运动分析来为生产线效率的研究奠定科学基础(直到几十年后才被工人支持,认为是人受剥削的一种象