

Language, Speech and Technology

中国当代语言学丛书

语言、语音与技术

上海教育出版社

SHANGHAI
EDUCATIONAL
PUBLISHING
HOUSE

王士元 彭刚 著

中国现代语言学丛书

语言、语音与技术

作者：[美] 詹姆斯·M. 库珀
译者：李海明
出版：商务印书馆
ISBN：7-100-04111-1

五十五元 四册 图

中国当代语言学丛书

语言、语音与技术

上海教育出版社

SHANGHAI
EDUCATIONAL
PUBLISHING
HOUSE

Language, Speech and Technology

王士元 彭刚 著

图书在版编目(CIP)数据

语言、语音与技术 / 王士元, 彭刚著. —上海: 上海教育出版社, 2006. 8

(中国当代语言学丛书)

ISBN 7-5444-0714-4

I. 语... II. ①王... ②彭... III. ①语言学—研究
②语音学—研究 IV. H0

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第095335号

中国当代语言学丛书

语言、语音与技术

王士元 彭刚 著

上海世纪出版股份有限公司 出版发行
上海教育出版社

易文网: www.ewen.cc

(上海永福路123号 邮编: 200031)

各地新华书店经销 上海华成印刷装帧有限公司印刷

开本 960 × 640 1/16 印张 17 插页 4

2006年8月第1版 2006年8月第1次印刷

印数 1-2,000本

ISBN 7-5444-0714-4/H·0033 定价: 31.00元

(如发生质量问题, 读者可向工厂调换)

出版者前言

《中国当代语言学》丛书是上海教育出版社的重点出版项目之一。本丛书于1990年春由游汝杰(复旦大学)、张洪明(美国威斯康辛大学麦迪逊校区)和唐发铨(本社)策划,并开始组稿和编辑工作。当初拟定的丛书编辑宗旨如下:

中国语言学在20世纪二三十年代开始摆脱传统小学的樊篱,进入现代语言学的新阶段。半个多世纪以来,中国语言学已经积累了可观的研究成果,特别是最近十多年来,许多领域在海内外又有了长足的发展。这套丛书希望总结中国当代语言学各个分支学科领域的研究成果,特别是反映最新的研究进展,以期收到承前启后、继往开来的效果,促进中国语言学的现代化。丛书作者则不限国别地域,不限门户学派,唯求高明独到,力争每一本书都能达到当代该学科的最高水平。

1992年6月组稿者将丛书的编辑宗旨、计划和撰稿人名单告知当时在美国访问的朱德熙先生,请他为本丛书撰写总序。朱先生十分赞赏丛书的编辑宗旨,并且认为撰稿者也都是“一时之选”,欣然答允为序。孰料朱先生病情日益加剧,天不假年,未及提笔就不幸逝世。丛书的总序也因此暂付阙如。

从2000年开始,刘丹青(中国社会科学院语言研究所)、张荣(本社)也参加了丛书的编辑工作,编委会工作由游汝杰主持,编辑和出版的方针也有所调整。本丛书原拟五年内出齐,结果未能如愿,因为有的作者忙于其他工作,未能按计划完成书稿;有的作者虽然已经完成书稿,但是希望有时间反复修改,使之完善,而不想匆匆交稿。考虑到学术研究需要艰苦的劳动和大量的时间,限定出版时间,不利保证书稿质量。又考虑到学术研究的特点是学无止境、与时俱进、推陈出新,丛书的出版工作也应该是册数开放、不设时限、常出常新。基于上述认识,我们将不设本丛书终止出版的时限,即没有出完的一天。我们不想追

求轰动效应,只要优秀书稿不断出现,我们就不断出版。

本丛书将成为一套长期延续出版的丛书。希望本丛书的编辑和出版方针,能对学术著作的出版工作走上健康发展的道路有所贡献。

上海教育出版社

2003 年 10 月

Preface

The series *Contemporary Chinese Linguistics* is one of the important projects of Shanghai Educational Publishing House. The planning of the series and the soliciting of contributions began in the spring of 1990 with the joint efforts of Rujie You (Fudan University), Hongming Zhang (University of Wisconsin at Madison) and Fanao Tang (Shanghai Educational Publishing House), who were brought together to edit the series by such following common grounds.

Not until the twenties and thirties of 20th century could Chinese linguistics break down the barriers of the traditional Chinese philology and enter its modern stage. Since then, and especially in the last ten years, rapid progress has been made in various different fields of Chinese linguistics and considerable wealth of research achievements have been accumulated. The series tries to present these achievements so as to stimulate the further research.

In June 1992 the editorial committee apprised Prof. Dexi Zhu of the target and the policy of the series with a name list of contributors and invited him to write a preface for the series. Prof. Zhu appreciated the target of the series and the contributors, and promised to write a preface. But his cancer situation turned worse and worse day by day, and did not allow him to write it. So the preface remains unfinished, it is a great pity.

Prof. Liu Danqing of Sciences and Mr. Zhang Rong, the editor of the Shanghai Educational Publishing House, joined the editorial committee from the year of 2000, and the policy of editing and

publication has been adjusted since then. We planned to publish the serials within 5 years at the beginning, but the plan was not realized because some authors were too busy with some projects else, and did not finish writing according to the schedule, while others who had finished the manuscripts would like to revise them to perfect. Considering academic study needs hard work and a plenty of time, if we set deadline, the quality could not be guaranteed, and it is the feature of academic study that there is not limit to knowledge and the old should be weeded through while the new should be brought forth, we will not restrict the number of series volumes and their dates of publication. We would not like to pursuit sensational effort, and what we want to do is to publish qualified manuscripts whenever we have.

This series will be published successively in China. We hope our policy and publication would make contribution to the publication of academic works healthily in China.

序

这本小书以前有过三个版本。它的第一次出现是在北京大学的《语言学论丛》第十一辑(商务印书馆,1983)里,是由林焘教授鼎力相助,由我在北大的口头讲义编成的。因为论丛印得不多,很快书就买不到了。

1988年,我到台湾的清华大学教实验语音学。经过中研院的郑秋豫教授的建议,它在第二次出版时起了个新名字——《语言与语音》(文鹤出版有限公司,1988),现在也绝版了。可是经常还有人要用到它。

随后,小仓美惠子(Ogura, Mieko)协助我出版了英语和日语的双语版——《说话的基础》(The Basis of Speech),并由她做了全部的翻译工作(东京:研究出版社,1989)。但这本书也很难买到了。

这20年来,在研究语音方面,进展最快的是一些电脑分析语音的工具。机器语音合成和语音识别有庞大的市场潜力,人要是能用语音跟机器交流,就会有很多方便。这些工具一部分是跟着这个市场发展出来的。

彭刚博士早期是研究语音合成的,近年来又做了很多语音识别和计算语言学方面的工作。我非常高兴他愿意与我合作把这本小书再版。他重新组织了以前的内容,使之更为系统、合理,并添加了一些新内容。他还编写了后六章与语音科技相关的题材,旨在能把语言、语音方面的研究与当今科技更有效地结合起来。希望它能再与年轻的读者见面,引起大家对语言与语音的兴趣。

本书的编写得到了许多朋友的大力支持,谨此致谢!

王士元

2006年3月

目 录

甲部 语言与语音篇	1
第一章 语言学和语音学	2
第一节 语言学和其他学科的关系	2
第二节 语音学的三个部分	4
第三节 语言学发展近况	5
第二章 语音的产生	21
第一节 发音过程和反馈的作用	21
第二节 发音器官分析	22
第三节 声带	25
第四节 语音产生过程分析	27
第三章 语音的感知	30
第一节 人耳的构造和功能	30
第二节 两耳听觉能力的差异	33
第三节 大脑和语言的关系	34
第四节 几种听觉实验	36
第五节 人类语音感知的稳健性	43
第四章 语音的分析	47
第一节 语音的物理分析	47
第二节 语音中的声压和共振峰	56
第三节 语音的基频、共振峰和元音的关系	66
第四节 语音的图谱	73
第五章 语音与语言的变化	91
第一节 语音的外来变化和内在变化	91

第二节 语言的发生和演变	98
第六章 几个论题	119
第一节 声调语言	119
第二节 区别性特征理论	123
第三节 语言和文字的生理基础	132
乙部 技术篇	147
第七章 隐马尔科夫模型	148
第一节 一般马尔科夫模型	148
第二节 隐马尔科夫模型	151
第三节 隐马尔科夫模型三个基本问题的解答	155
第四节 隐马尔科夫模型在自然语言处理中的应用	163
第五节 小结	164
第八章 支持向量机	166
第一节 数学基础	166
第二节 线性支持向量机	170
第三节 非线性支持向量机	173
第四节 多分类支持向量机	176
第五节 和神经网络的关系	178
第六节 小结	179
第九章 结构方程模型	181
第一节 什么是结构方程模型	181
第二节 相关统计技术介绍	182
第三节 结构方程模型	187
第四节 结构方程模型应用实例	190
第十章 语音合成	193
第一节 合成技术简介	193
第二节 基音同步叠加(PSOLA)技术	197
第三节 合成系统架构	200

第四节	语音合成技术的用途	203
第五节	当前的状况及展望	205
第十一章	语音识别	206
第一节	语音识别简介	206
第二节	识别方法	208
第三节	识别系统架构	210
第四节	语音识别技术的用途	216
第五节	当前的状况及展望	217
第十二章	Praat 简介	220
第一节	语音文件操作	220
第二节	基于 Praat 的语音分析	222
第三节	基于 Praat 的语音处理	225
第四节	脚本编程	229
第五节	小结	232
参考文献		233
附录：罕见对比音例		247
术语表		251

甲部 语言与语音篇

第一章 语言学和语音学

第一节 语言学和其他学科的关系

我们讨论的中心是实验语音学,但是我想先谈谈语言学和别的学科的关系,希望大家有个全盘的看法,不要把它们看成是互相脱节的。因为语音学到底只是语言学的一个部门。

语言是人类交流思想最重要的工具,牵涉到人类的种种活动和行为,因此要涉及许多其他学科。把知识分门别类本来就会遇到不少麻烦,研究语言的时候更是如此。我以为,大学里分别系和系不应该成为知识交流的阻碍。在这方面,美国的大学和组织有它方便的地方。美国大学有所谓“多学科”(multi-disciplinary)的学生。这种学生学习的课程伸缩性比较大,一个学生可以同时念几个不同系的课程,学习语言学的可以和别的学科有比较多的接触机会。比如,我们伯克利加州大学语言学系的学生,可以用一半时间在系里学习,其他时间到旧金山的大医院去做语言治疗工作。不同系的教授也常常在一起合作交流。我们系就有一位教授和人类学系的一位教授合作。我自己几十年前也曾经和心理系的一位教授一起教课,教多学科的课程。这样,知识的分科就不会阻碍几门学科之间的知识交流了。

据我观察,语言学家和别的学科有三种不同的交流形式。一种是共同的材料,语言学家和别的专家用共同的材料。比如加州大学,除了语言学系以外,还有英语系、俄语系、希腊语系等等,我们常常和他们交流材料,研究古俄语、古希腊语等等。第二种是共同的概念。语言学是社会科学的一部分,社会科学里有很多学科都跟语言学有同样的问题,用同样的概念。语言学跟人类学、心理学、历史学、社会学、生物学,还有哲学、新闻学等都有关系,相互之间都应该有密切的交流。需要跟谁合作,那要看研究的问题和目的是什么。比如,研究语义大概就跟动物

学家和生物学家有关系。如果是研究某种语言的演变,研究它怎样受社会种种因素的影响而发生变化,研究语言的发生以及人类语言和动物“语言”的关系,那么也会和动物学和生物学家发生关系。第三种是共同的工具,语言学家和别的学科的人使用共同的工具。比如伯克利加州大学语言学系的语音实验室里常有受过电子学训练的工程师来工作。现在电子计算机和我们实验室有极其密切的关系。有了电子计算机,可以用它做很多工作。我们实验室还有数学家和我们一起工作。我们还常常跟物理系的人,尤其是搞声学的人,在一块儿讨论问题。他们也很欢迎跟我们合作,因为语言是那么重要的一种现象。物理学家、电子学家、数学家都很自然地对语言现象有着强烈的好奇心,所以常常跟语言学家一起讨论研究这方面的问题。

由于语言学牵涉到许多别的学科,所以出现了这么一个名词,叫作“连接号语言学”(Hyphenated linguistics),就是把语言学和别的学科用连接号“—”连在一起成为一门新学问。它包括的范围很广。比如“人种语言学”(Ethno-linguistics)跟人类学关系特别密切,“心理语言学”(Psycho-linguistics)与心理学密切相关,“社会语言学”(Socio-linguistics)有系统地研究在某种社会形式下语言或语音是怎样变迁的,“神经语言学”(Neuro-linguistics)研究语言和神经的关系,以及语言怎样因为神经上受到打击而发生障碍,等等。神经语言学是一门相当新的学问,从事这方面研究的语言学家有很多都到医院里去工作。

从这里我们也可以看到美国语言学发展的背景。现在美国的大学有好几十个语言学系,其中很多是从别的学科分化出来的。也就是说,美国大学的语言学系有很多不同的来源。除了大学的语言学系之外,其他单位也有一些语言学工作人员。有些大工业的研究所,比如 IBM (International Business Machines Corporation, 国际商用机器公司),就有十几个语言学家在那儿做研究工作。还有美国贝尔电报电话公司 (Bell Telephone Corporation),也有很多语言学家分成好多小组在进行研究工作。我的语音学老师 G. E. Peterson 就是贝尔电话公司出身的电子工程师。除了大工业之外,医院和教育机关也有很多语言学家在工作。语言学甚至和法律也有关系。

美国有两个比较大的跟语言学有关的组织。一个是美国语言学

会,会员大概至少有五六千人,是世界上最大的语言学会组织。它除了召开学会之外,还办有学报,学报的名称是《语言》(Language)。此外,它还有一个作用,就是每年夏天办一期语言学讲习所。在语言学刚兴起的时候,许多大学都感到这方面的专家不够。当时的大学,有的研究亚洲语言的专家比较多,有的研究非洲语言的专家比较多,有的对心理学的研究比较强,但要有一个全面的语言学训练却不是很容易的事。所以,美国语言学会每年办一次语言学讲习所,每次八个星期,请世界上许多有声望的语言学家来教课和讲演,把对语言学有兴趣的学生集中在一起听讲。第一期只有几十人,现在每期至少有两三千人,发展很快。语言学讲习所每年要换一个新地方,比如去年在美国伊利诺州,前年在夏威夷,大前年在麻省。

除了美国语言学会之外,还有一个规模相当大的语言学组织,叫作“美国语言学中心”(CAL)。这个中心完全是私人组织,主要作用是在行政和组织方面。语言学家有这么多,他们之间怎样互相联系,语言学这门学科跟政治、社会等等的关系应该是怎样的?过去十几年,“美国语言学中心”就是管这些事情的。

通过上面的介绍,我们可以看到语言学和其他学科有着广泛的联系,对社会是有种种贡献的。语言学在哪些方面能够作出贡献,就要看我们所研究的是语言学的哪个部分。

第二节 语音学的三个部分

言语的传递过程大致可以分为三个阶段:发音—声波—听觉。首先是发音。这是一种生理活动。其次是声波,发音器官动作的结果造成了空气振动,也就产生了振动的波。这是一种物理现象。然后是听觉,声波在空气中传播,到达听话人的耳朵,通过神经系统传达到大脑,形成了听觉。这是一种生理心理活动。

根据言语传递的三个不同的阶段,语音学也分成三个不同的部分:一,发音语音学(Articulatory phonetics);二,声学语音学(Acoustic phonetics);三,听觉语音学或心理语言学(Auditory phonetics or psycho-linguistics)。发音语音学就是传统的语音学,它从语音的生理

方面进行研究,主要通过观察发音器官,依靠某些仪器的帮助,把每个声音的发音部位和发音方法确定下来。声学语音学是上个世纪40年代才开始系统地建立起来的新学科,它研究语音的物理性质以及它跟发音器官的关系。这方面的研究由于第二次世界大战后声谱仪(Spectrograph)等电子声学仪器的发明而大有进展。由于有了这些仪器,我们对语音的声学本质了解得更深了。这方面成果的进一步运用,就促进了声音的模拟、言语的合成、计算机语音识别等方面的研究。心理语言学是最新的一门学科,它以言语传递的起点和终点——大脑作为研究对象,主要是要了解在大脑控制下产生和处理语音的步骤和方式,以及语言信息在大脑里储存的部位和形式。声音是通过耳朵传达到大脑的,因此也要了解人耳的构造以及它在传递声波时的一些特性,这样才能更好地了解听觉系统。

发音、声波、听觉这三者之间的关系是很复杂的。自然,有时候也确实很简单,只是一对一的关系。那就是发音器官特定的形状和方法形成了特定的声波,传达到大脑成为特定的听觉。但是它们更多的时候不是一对一的关系。比如,平时我们发音,嘴里没有东西,发[i]就是[i],发[u]就是[u],可以区别得很清楚。如果在嘴里衔支铅笔,还是可以发音,可以说话,而且也能听清楚。但是,嘴里衔着铅笔,咬紧了,下巴不能动了,自然和嘴里没有东西的时候发音动作不一样。不过,我们还是照样可以发出那一类音,听的人也不会听错。在这种情况下,发音、声波、听觉三者之间就不是一对一的关系,也许是二对一,或者是三对一的关系。实验证明,不同的发音可以产生同样的声波,而不同的声波在听觉上有时又可以像同一个音。总之,传统语音学对语音的描述现在看来似乎是太简单了。说话是人类行为动作中最复杂最奥妙的现象。发音、声波、听觉三者的关系很复杂,现在还没有弄清楚。它所涉及的问题不是语言学一个学科所能解决的,还有待于许多学科的专家共同努力。

第三节 语言学发展近况

语言学近几十年来的发展,我以为主流是在美国。日本、英国、法国、瑞典等国对语言学,特别是对语音学、心理学等等方面,也都有它们