



意识与脑科学丛书



唐孝威 陈硕 著

心智的定量研究



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社



意识与脑科学丛书

浙江大学语言与认知研究中心项目

唐孝威 陈硕 著

心智的定量研究

 ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

心智的定量研究 / 唐孝威, 陈硕著. — 杭州: 浙江大学出版社, 2009

(意识与脑科学丛书)

ISBN 978-7-308-06439-2

I. 心… II. ①唐…②陈… III. 心理测量学
IV. B841.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 195251 号

心智的定量研究 唐孝威, 陈硕著

责任编辑 王志毅

文字编辑 杨苏晓

封面设计 王小阳

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(E-mail: zupress@mail. zj. cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 北京中天华唯文化发展有限公司

印 刷 杭州杭新印务有限公司

开 本 710mm×1000mm 1/16

印 张 16.5

字 数 206 千字

版 印 次 2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-06439-2

定 价 30.00 元

前 言

自古以来，心智的本质就是人类不断探究的一个基本问题。心智是当代自然科学和社会科学的一个前沿研究领域。

在心智研究方面有一个重要的问题需要讨论，这就是心智的定量研究问题。什么是心智的定量研究？为什么要对心智进行定量研究？能不能对心智进行定量研究？怎样对心智进行定量研究？人们对这些问题有着不同的看法，曾经引起过许多争论。

本书从分析心智的特性出发，讨论心智定量研究的原理、特点和方法，一方面阐述心智定量研究的必要性和可能性，另一方面说明心智定量研究的困难性和局限性。希望这些讨论有助于正确地 and 有效地研究和了解心智的本质。

本书共八章：第一章讨论心智及其定量研究，主要回答什么是心智的定量研究和为什么要对心智进行定量研究的问题；第二章讨论心理量，主要回答能不能对心智进行定量研究的问题；从第三章起回答怎样对心智进行定量研究的问题，其中第三章说明心理实验的设计和抽样方法；第四章讨论心理定律；第五章介绍一些定量的心理定律；第六章介绍心理测验和量表；第七章介绍心理模型和模拟；第八章介绍数学心理学。本书有四个附录：附录一介绍与心智有关的一些定量的生理定律；附录二介绍与心智有关的一些定量的行为定律；附录三是一篇关于意识的文章；附录四介绍心智研究的统计学。

本书是浙江大学物理系唐孝威教授和浙江大学心理与行为科学系陈硕副教授合作完成的论著，其中第一、二、四、五章和附录一、二由唐孝威执笔撰写，附录三是唐孝威和合作者的一篇文章。第三、六、七、八章和附录四由陈硕执笔撰写。

本书是浙江大学语言与认知研究中心的研究成果，并得到浙江省科技厅和教育厅（3520070212）的资助。

目 录

第 1 章 心智及其定量研究

1.1 心智	1
1.1.1 一些心智现象	1
1.1.2 几种心理相互作用	3
1.2 心智的定量研究	5
1.2.1 为什么讨论心智的定量研究	5
1.2.2 一些心理学家对心智定量研究的看法	7
1.2.3 怎样进行心智的定量研究	12

第 2 章 心理量

2.1 心理量的特点	16
2.1.1 心智活动具有数量的属性	16
2.1.2 心理量、生理量、物理量、行为量	18
2.1.3 心理量的多样性	21
2.2 心理量的可量度性	24
2.2.1 心理量是主观感受的度量	24
2.2.2 心理量是如何量度的	26
2.3 心理量的不确定性	30
2.3.1 心理量不确定性及其原因	31
2.3.2 心理量在一定程度上具有确定性	34

第3章 心理实验的设计和抽样方法

3.1 心理实验设计概述	38
3.2 心理实验设计中的主要变量及其控制	39
3.3 心理实验设计	41
3.3.1 心理实验设计的基本类型	41
3.3.2 多自变量实验设计	42
3.4 抽样方法	43
3.5 心理实验设计的特点和发展	45

第4章 心理定律

4.1 从物理学定律和生物学定律谈起	47
4.2 根据心智的特点进行心智研究	49
4.3 心理定律的特点	50
4.3.1 定性的心理定律和定量的心理定律	50
4.3.2 定量心理定律的近似性	51
4.4 定量的心理定律的一种分类方法	53

第5章 一些定量的心理定律

5.1 心理成分之间相互作用的定量定律	55
5.1.1 记忆特性	56
5.1.2 注意作用	57
5.1.3 情绪和感知	59
5.1.4 简单的信息加工	60
5.2 心脑相互作用和心身相互作用的定量定律	62
5.2.1 感觉适应特性	62
5.2.2 意识涌现条件	64
5.2.3 主观体验定律	66
5.2.4 动作意向特性	68
5.3 心物相互作用的定量定律	69
5.3.1 感觉的心理物理公式	70

5.3.2 情绪的数学公式	72
5.3.3 运动的数学公式	73
5.3.4 刺激—心理活动—反应的数学公式	74
第6章 心理测验和量表	
6.1 心理测量学的起源	77
6.2 心理测验理论	80
6.2.1 经典测验理论	80
6.2.1.1 真分数和误差	80
6.2.1.2 信度	81
6.2.1.3 信度系数的应用	85
6.2.1.4 效度	86
6.2.1.5 因素分析	86
6.2.1.6 分数的解释	89
6.2.2 项目反应理论	91
6.2.3 概化理论	94
6.2.4 结构方程模型	95
6.2.5 分层线性模型	97
6.3 心理测验	99
6.3.1 智力测验	100
6.3.2 人格测验	102
6.4 心理测量的定量研究特点	105
第7章 心理模型和模拟	
7.1 定量研究方法 with 模型	107
7.2 视觉模型	109
7.2.1 视觉感知系统的感受野模型	109
7.2.2 颜色视觉模型	111
7.2.3 颜色恒常性模型	115
7.2.4 轮廓感知中的边界检测模型	120

7.2.5 深度知觉模型	125
7.3 听觉模型	127
7.4 汉字识别模型	128
7.5 长时记忆模型	130
7.5.1 层次网络模型和激活扩散模型	131
7.5.2 集理论模型和特征比较模型	133
7.5.3 HAM 和 ELINOR 模型	134
7.6 SOAR 模型	136
7.7 ACT-R 模型	140
7.8 其他认知模型简介	144
7.9 自然语言处理模型	147
7.10 情感计算模型	150
7.11 人工生命模型	153
第8章 数学心理学	
8.1 数学心理学概述	157
8.2 心理建模方法发展阶段	159
8.3 简单分类器	163
8.4 神经网络	171
8.5 遗传算法	185
8.6 支撑向量机	188
8.7 蚁群优化算法	190
8.8 分形仿真	192
8.9 基于云模型的词计算	193
8.10 小结	194
结 论	195
附录一 与心智有关的生理定律	197
附录二 与心智有关的行为定律	206

附录三 意识的计算神经科学研究	211
附录四 心智研究的统计学	221
参考文献	223

Contents

Chapter 1. Mind and its quantitative study

1. 1 Mind	1
1. 1. 1 Phenomena of mind	1
1. 1. 2 Mental interactions	3
1. 2 Quantitative study of mind	5
1. 2. 1 Why we discuss quantitative study of mind	5
1. 2. 2 Several psychologists' views about quantitative study of mind	7
1. 2. 3 Methods of quantitative study of mind	12

Chapter 2. Psychological quantities

2. 1 Characteristics of psychological quantities	16
2. 1. 1 Mental activities have quantitative attributes	16
2. 1. 2 Psychological quantities, physiological quantities, physical quantities, and behavioral quantities	18
2. 1. 3 Multiplicity of psychological quantities	21
2. 2 Measurability of psychological quantities	24
2. 2. 1 Psychological quantities are measures of subjective experiences	24
2. 2. 2 Measurement of psychological quantities	26

2. 3	Uncertainty of psychological quantities	30
2. 3. 1	Cause of uncertainty of psychological quantities	31
2. 3. 2	Degree of uncertainty of psychological quantities	34
Chapter 3. Experimental designing and sampling methods in psychology		
3. 1	A brief introduction to experimental designing for psychology	38
3. 2	Primary variables and their controlling	39
3. 3	Experimental designing for psychology	41
3. 3. 1	The types of psychological experiment designing	41
3. 3. 2	Experimental designing with two or more independent variables	42
3. 4	Sampling methods	43
3. 5	The feature and development of experimental designing for psychology	45
Chapter 4. Psychological laws		
4. 1	Physical laws and biological laws	47
4. 2	Study of mind according to its characteristics	49
4. 3	Characteristics of psychological laws	50
4. 3. 1	Qualitative psychological laws and quantitative psychological laws	50
4. 3. 2	Approximative property of quantitative psychological laws	51
4. 4	Classification of quantitative psychological laws	53
Chapter 5. Some quantitative psychological laws		
5. 1	Quantitative laws of interaction between mental components	55
5. 1. 1	Characteristics of memory	56
5. 1. 2	Function of attention	57

5. 1. 3	Emotion and perception	59
5. 1. 4	Simple information processing	60
5.2	Quantitative laws of mind-brain interaction and mind-body interaction	62
5. 2. 1	Characteristics of adaptation of sensation	62
5. 2. 2	Conditions of emergence of consciousness	64
5. 2. 3	Laws of subjective experience	66
5. 2. 4	Characteristics of intention of action	68
5. 3	Quantitative laws of mind-environment interaction	69
5. 3. 1	Psychophysics laws of sensation	70
5. 3. 2	Mathematical formula of emotion	72
5. 3. 3	Mathematical formula of motion	73
5. 3. 4	Mathematical formula of stimulus-mental activity-response	74

Chapter 6. Psychological test and scale

6. 1	The original of psychological test	77
6. 2	Principles of psychological test	80
6. 2. 1	Classical test theory	80
6. 2. 1. 1	True score and error	80
6. 2. 1. 2	Reliability	81
6. 2. 1. 3	The application of reliability coefficients	85
6. 2. 1. 4	Validity	86
6. 2. 1. 5	Factor analysis	86
6. 2. 1. 6	Explanation of test score	89
6. 2. 2	Item response theory	91
6. 2. 3	Generalizability theory	94
6. 2. 4	Structural equation modeling	95
6. 2. 5	Hierarchical linear model	97

6.3 Psychological test	99
6.3.1 Intelligence test	100
6.3.2 Personality test	102
6.4 Characteristics of psychological test as quantitative research	105
Chapter 7. Psychological models and simulation	
7.1 Quantitative research methods and modeling	107
7.2 Vision models	109
7.2.1 The receptive field model of visual perception system	109
7.2.2 Models of color vision	111
7.2.3 Models of color constancy	115
7.2.4 Edge detection models for contour perception	120
7.2.5 Models of depth perception	125
7.3 Auditory models	127
7.4 Models of chinese character recognition	128
7.5 Models of long time memory	130
7.5.1 Hierarchical network model and spreading activation model	131
7.5.2 Set theory model and feature comparison model	133
7.5.3 HAM and ELINOR	134
7.6 SOAR	136
7.7 ACT-R	140
7.8 Brief introduction to other cognitive models	144
7.9 Models for nature language processing	147
7.10 Models of affective computing	150
7.11 Models of artificial life	153
Chapter 8. Mathematic psychology	
8.1 Brief introduction to mathematic psychology	157
8.2 The stage s of psychology model development	159

8. 3	Simple classifier	163
8. 4	Neural network	171
8. 5	Genetic algorithm	185
8. 6	Support vector machine	188
8. 7	Ant colony optimization	190
8. 8	Fractal-based simulation	192
8. 9	Computing with words based on cloud model	193
8. 10	Summary	194
	Conclusions	195
	Appendix 1. Physiological laws related to mind	197
	Appendix 2. Behavioral laws related to mind	206
	Appendix 3. A computational neuroscience st- udy of consciousness	211
	Appendix 4. Statistics for study of mind	221
	References	223

第 1 章 心智及其定量研究

这一章先说明心智 (mind) 以及几种心理相互作用 (mental interactions), 然后讨论心智定量研究的问题。

1. 1 心智

什么是心智? 心智是脑的功能。对心智有狭义的和广义的理解。狭义的心智指人的智力, 提到心智的定量研究, 就会想到定量的智力测验。广义的心智则包括各种心智活动, 如感觉、知觉、学习、记忆、注意、情绪、意志、思维、推理、语言以至意识等等都是心智现象。本书讨论的是广义的心智。

1. 1. 1 一些心智现象

心智具有许多成分, 如觉醒成分、认知成分、情感成分、意志成分等。这些成分以及它们之间的相互作用构成心智的整体 (唐孝威, 2004)。

一定的觉醒是心智活动的基础, 个体觉醒才会有各种主观体验。觉醒可以处于不同的程度, 反映个体心智的整体觉醒状况。个体的觉醒程度是随时间变动的。觉醒与心智的其他成分有关, 如觉醒程度受情感影

响，也与意向有关。

心智有认知成分。个体的主观体验有具体的内容。在认知过程中，个体知道自己觉知的是什，还知道觉知内容所具有的意义。认知过程有信息加工，心智的内容是脑内加工的各种信息以及信息的意义，其中包括脑接收的内、外环境输入的信息和脑向运动器官发出的支配动作的输出信息。

在认知方面，感觉、知觉、记忆、注意、思维、语言等都属于心智活动。感觉是客观事物作用于感觉器官，而在脑中产生的对事物的个别属性的认识。知觉是客观事物在脑中产生的对事物整体的认识。记忆是脑对外界输入信息进行编码、存储和提取的过程。记忆是心智活动的重要方面，个体既有对当前信息进行加工的短时的工作记忆（Baddeley, 1986, 1992），还有长时存储的长时记忆。按存储信息的性质，长时记忆还分为情景记忆和语义记忆（Tulving, 1983）。注意是心理活动对一定对象的指向和集中。思维是脑对信息进行分析、综合、比较、抽象和概括的过程。语言是人类用来交流和沟通的符号系统，语言过程是一种心智活动（彭聃龄，2001）。

心智还有情感成分和意志成分。个体在情绪和情感方面的主观体验以及在指向方面的主观体验都具有心理学的意义。个体总是对自己的活动有意向，特别在了解所体验内容的意义的基础上，意向更为明确。

有许多与情感相关的心智活动。如：情绪是人对客观事物的态度体验及相应的行为反应。道德感是根据一定的道德标准在评价人的思想、意图和行为时产生的主观体验。美感是根据一定的审美标准在评价事物时产生的主观体验。

在意志和动机方面，意志和兴趣等都是心智现象。意志是有意识地支配和调节行为，并通过克服困难来实现预定目标的心理过程。兴趣和爱好是人探究某种事物或从事某种活动的心理倾向。动机是在目标或对象的引导下，激发和维持个体活动的内在心理过程或内部动力。

在人格方面，气质和性格等都是心智现象。气质是表现在人的心理