

21世纪财经学术文库

王丽敏 韩旭明 著

SOME IMPROVED METHODS BASED ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE AND
THEIR APPLICATIONS IN FINANCIAL AND ENVIRONMENTAL FIELDS

计算智能改进方法 及其在金融与环境领域中的应用



经济科学出版社
Economic Science Press

21世纪财经学术文库

王丽敏 韩旭明 著

SOME IMPROVED METHODS BASED ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE AND
THEIR APPLICATIONS IN FINANCIAL AND ENVIRONMENTAL FIELDS

计算智能改进方法 及其在金融与环境领域中的应用



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

计算智能改进方法及其在金融与环境领域中的应用/
王丽敏 韩旭明著. —北京: 经济科学出版社,
2012. 10

(21 世纪财经学术文库)

ISBN 978 - 7 - 5141 - 2550 - 4

I. ①计… II. ①王…②韩… III. ①智能计算机 -
计算机应用 - 金融学②智能计算机 - 计算机应用 - 环境
科学 IV. ①F830 - 39②X - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 251961 号

责任编辑: 柳 敏 李一心

责任校对: 王苗苗

版式设计: 代小卫

技术编辑: 李 鹏

计算智能改进方法及其在金融与环境领域中的应用

王丽敏 韩旭明 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编辑部电话: 88191217 发行部电话: 88191537

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

北京汉德鼎印刷厂印刷

三河市华玉装订厂装订

880 × 1230 32 开 5 印张 110000 字

2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 2550 - 4 定价: 11.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 88191502)

(版权所有 翻印必究)

总 序

摆在读者面前的这套丛书编辑收录了长春税务学院部分优秀中青年教师的近年来在各自学术领域的研究成果。这套丛书的面世，前后经历了几年的时间，其间经过作者选题、专家论证和作者写作过程。文稿杀青后，又经过校外专家的匿名评审和学院学术委员会认真评议，方才最后入选。可以说，最后入选的著作基本上反映了我院部分优秀中青年学者的学术水平。

本套丛书冠之以“21 世纪财经学术文库”名目也颇费了一些思量。因为，丛书的名目既要具有某种表征意义，又要区隔已有的丛书名称，避免重复，同时还要做出品牌，的确不容易。

现在，回想起来，冠之以“21 世纪财经学术文库”丛书的名目，经得起推敲，也可以从中挖掘其特殊的意义。其一，21 世纪不仅仅是一个时间的标度，更是一个时代的象征。21 世纪人类社会迈入了一个新的历史纪元。新的世纪，无论对于世界，还是中国，都是极具挑战性的。伴随着中国、印度和巴西等新兴工业大国的迅速崛起，世界经济格局正在或者已经发生着巨大的变

化。尤其是金融危机后，只要你随意翻阅西方国家的主要报纸杂志，几乎通篇都充斥着关于新兴国家的经济发展如何冲击世界经济格局的事件和相关评论。不论西方人基于什么样的信仰或是持有什么样的价值观，也不论他们愿不愿意看到或愿不愿意承认，中国以及其他新兴工业化国家的兴起，以及对世界经济乃至政治的革命性影响迟早会发生，而且正在发生。面对这样一个急剧变化的世界，作为身在变化中心的中国学者绝不能置身度外。中国学者要以自己的眼光观察、分析和描述这个我们既熟悉又陌生的世界。这是我们作为学者的好奇心使然，更是一种社会责任感的驱动。其二，经济学是一门学以致用科学。它源于社会经济生活，同时又是社会经济生活的理性表达和反映。经济学如果不反映现实经济生活的需要，不去直面社会经济生活中出现的种种矛盾和问题，也就失去了经济科学的生命力。英国学者杰弗瑞·霍奇森在他的一篇题为《让经济学回到现实生活中来》的论文中，针对主流经济学偏离现实和片面追求形式化的倾向给予了深刻的批判和反思。国外的学者尚能理性地反思自己，作为国内的学者更不应该“与世隔绝”做学问，不去关注和倾听人民群众所关心的重大理论和现实问题，自我沉溺于形式化的公式推导和抽象的理论演绎。其三，与其他各类科学一样，经济学的研究是一个发现问题、界定问题、分析和解决问题的过程。依我之拙见，发现问题尤其是发现一个真实的问题（往往也构成真正的学术问题）并不容易。这不仅需要经济

理论工作者体验生活和深入生活，也需要运用所学知识以自己的视觉去观察生活，并运用现代经济学分析工具从中找出某些带有规律性的东西。所谓规律性的东西不外是指在社会经济生活中普遍大量和持续出现的现象。经过经济学训练的专业人士与未经过训练的非专业人士的差别不在于他们能否发现问题，而在于他们是否能把它作为问题提出来并加以研究。研究的过程其实就是追问的过程。伴随着追问的不断深入研究也就在不断深化，由表及里直至回归上升到本原的基本问题。所以问题意识是经济学研究的一个重要的基本前提，也是经济理论工作者必备的素质。作为一门科学，经济学又是一个批判的科学。经济学理论的产生和发展的过程是各种理论观点相互交锋，各种学派彼此争鸣的演进过程。批判是学术发展和理论创新的原动力。敢于质疑权威，勇于面对他人的批判，才能将理论研究不断推向前进，使理论体系更趋完善。其四，与任何艺术作品一样，学术著作出版后作者总会留有种种程度不同的遗憾。这种遗憾可能源于环境和事件的本身变化超出了作者的预期，或者超出了作者知识能力，也可能源于写作时思考不周延导致的概念范畴界定不清晰或体系构建不完善，还可能是出自引文、注释或文字上的瑕疵。但不论是事后自己意识到了还是被读者发现了，并不是件坏事情。因为，这会给作者继续深入研究提出更高要求，有助于作者修改自己的观点和完善自己的理论，有助于作者真正感悟科学研究中的“真善美”。

赫胥黎在《科学与文化》一书中写道：“新的真理的通常命运是，以异端邪说开始，以迷信告终”。其实，回顾一下经济学说产生、发展的历史就会发现，赫胥黎所说的情况同样出现在经济学说史发展进程中。一种新的经济学理论和学说往往都是在争议和非难中提出，又以主流经济学的权威迷信而陷入僵化。我们期望新理论在争议中萌生，不愿意看到它在盲目迷信中消亡，更不愿意看到它在平庸中消失。

作为这套丛书的组织者，无论在选题方面或是作者组织方面，我们还缺乏经验，作者的学术水平也有限，丛书中的观点肯定会存在种种不周延的地方和问题，因而真诚地希望读者批评指教。

感谢经济科学出版社各位编辑和领导的热心指导，感谢长春税务学院科研处的精心组织，感谢各位作者的辛勤劳动。

宋冬林

2009 年 12 月于长春

前 言

智能 (intelligence) 是人类所特有的区别于一般生物的主要特征。智能解释为“感知、学习、理解、思维的能力”。智能通常被理解为“认识客观事物并运用知识解决实际问题的能力, 通过观察、记忆、想像、思维、判断等表现出来”。

21 世纪是智能科学、生命科学突飞猛进及其信息集成并融合应用的年代。随着新纪元时期的信息化、计算机网络和 Internet 技术的发展, 人类已快步迈入信息化社会和网络经济的时代。众所周知, 计算机是目前功能最强大的信息处理工具。它在数值和逻辑运算方面的精确与高速极大地拓展了人脑的能力, 从而在信息处理和控制决策等各方面为人们提供了实现智能化和自动化的先进手段。

本书是作者几年来的科研成果的总结。全书共分 8 章, 主要内容是以计算智能方法为基础, 对人工神经网络和进化算法进行了理论改进和应用研究, 为金融和大气环境领域提供了一些改进的方法和新的可行途径。具体内容包括: (1) 在科霍恩 (Kohonen) 提出的 SOM (Self-Organizing Map) 神经网络的基础上, 通过对获胜节点的拓广以及改进邻域函数、连接权函数等方法, 提出了具有多获胜节点 SOM2W (SOM with 2 Winners), SOM3W (SOM with 3 Winners), SOM4W (SOM with 4 Winners) 和

SOM5W (SOM with 5 Winners) 的网络模型。通过对上市公司进行聚类模拟的实验结果表明, 具有双获胜节点的 SOM2W 聚类能力最强, 具有收敛速度快、计算量小、计算复杂性低等优点, 并且该网络在分析股票的数量较多时, 其优越性更为明显。

(2) 鉴于时间收益因素和惩罚收益因素所具有的优点, 为了进一步提高 Elman 网络的预测性能, 将惩罚收益因素和时间收益因素引入 Elman 网络的目标函数中, 提出带有惩罚和时间收益因素的 Elman 神经网络模型, 即 ENNDPF (Elman Neural Network with Direction Profit Factor), ENNTPF (Elman Neural Network with Time Profit Factor), 和 ENNDTPF (Elman Neural Network with Direction and Time Profit Factor) 神经网络, 并将其用于股市投资领域。实验结果表明, ENNDTPF 网络的预测性能优于 Elman 网络, 且优于 ENNDPF 和 ENNTPF 网络, 可以实现大幅度提高收益的目的。(3) 为了使新股的价格真正体现上市公司的真实价值, 利用 SOM2W 模型对反映上市公司综合能力的财务指标进行聚类模拟, 进行规律挖掘和知识发现, 确定新股上市公司的性质和所属类别, 然后利用 RBF 神经网络模拟股市“黑箱”系统对新股进行合理定价, 得到了令人满意的结果。(4) 采用具有全局优化功能的粒子群优化算法 (Particle Swarm Optimization, PSO) 对 S 型生长曲线指数公式中的参数进行优化, 得到了对各种大气污染物均适用的大气污染损害率计算公式和指数公式, 以及基于 PSO 大气质量综合污染损害率评价模型和指数评价模型, 并将其用于对长春市的大气质量进行评价, 所得到的评价结果与实际评价结果基本吻合。(5) 在 OIF Elman 神经网络的基础上, 提出了改进的 OIF Elman 网络。根据长春市环境监测中心站提供的数据, 利用改进 OIF Elman 模型对长春市的大气质量进行预测, 并根据预测结果对大气质量进行评价。实验结果表明, 该模型具有

良好的泛化能力、信息处理能力和很好的非线性逼近能力，所得结果与实际结果基本一致。该模型在大气污染预测领域具有一定的应用前景。

借此机会，深深地感谢指引我步入科学殿堂的导师吉林大学计算机科学与技术学院的梁艳春教授，感谢吉林财经大学的领导对我的支持、无限关怀，以及对本书的资助，感谢吉林大学智能工程实验室这个团队，昔日大家的朝夕相处、相互的关心和帮助、探讨与交流、共同进步……所有这一切我都将永远铭记于心，成为我受益终生的宝贵财富，同窗之谊和手足之情使我终生难忘！

由于作者水平有限，书中难免会出现错误，加之智能研究领域纵深宽广，难免有种种考虑不周之处，诚请广大读者批评指正。

王丽敏 韩旭明

2011年2月于长春

目 录

第1章 绪论.....	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究内容	3
第2章 计算智能方法概述.....	6
2.1 人工神经网络简介	6
2.2 进化计算.....	19
2.3 本章小结.....	22
第3章 SOM 和多获胜节点 SOM 神经网络及其在股市 板块分析中的应用	24
3.1 引言.....	24
3.2 SOM 神经网络	26
3.3 多获胜节点 SOM 神经网络	29
3.4 模拟实验.....	32
3.5 本章小结.....	54

第 4 章 Elman 及引入收益因素 Elman 神经网络及其在股市投资中的应用	55
4.1 引言	55
4.2 Elman 神经网络	57
4.3 引入收益因素 Elman 神经网络 (ENNPF)	60
4.4 模拟实验	68
4.5 本章小结	74
第 5 章 基于 SOM2W - RBF 混合智能模型及其在新股定价中的应用	76
5.1 引言	76
5.2 SOM2W 神经网络	78
5.3 RBF 神经网络	79
5.4 模拟实验	84
5.5 本章小结	90
第 6 章 基于 PSO 大气质量评价模型及其在大气质量评价中的应用	91
6.1 引言	91
6.2 我国最常使用的 API 大气质量评价法	92
6.3 PSO 算法简介	93
6.4 基于 PSO 大气质量评价模型	96
6.5 模拟实验	100
6.6 本章小结	105

第 7 章 改进 OIF Elman 神经网络及其在大气 质量预测中的应用	107
7.1 引言	107
7.2 OIF Elman 神经网络	108
7.3 改进 OIF Elman 神经网络	111
7.4 模拟实验	114
7.5 本章小结	119
第 8 章 结论与展望	120
参考文献	125

第1章

绪 论

1.1 研究背景

随着信息社会和知识经济时代的来临,信息正在以前所未有的速度膨胀。面对浩如烟海的信息资源,人类的自然智能越来越显得难以驾驭^[1]。如何利用人造的智能去模仿和扩展人类的自然智能,实现信息的智能化处理,是信息社会所面临的一个重大课题。今天,科学技术正处于相互交叉和渗透的时代,世界科学前沿的重大突破和原创性科研成果的产生,很多是多门学科相互交叉、渗透与融合的结果。学科交叉已经成为当代科学发展的时代特征,学科交叉研究已经成为科学研究的一个重要途径。特别是计算机科学和技术的发展,从根本上改变了人们的生产和生活。随着人类生存空间的扩大以及认识和改造世界范围的拓宽,人们对科学技术提出了新的更高的要求,其中对智能技术的要求日益迫切,它已经成为现代科学技术中的一个十分活跃且发展迅速,具有挑战性的前沿研究领域。

近些年来,基于计算智能方法的理论研究及其应用研究为人类解决了大量实际工程和科学研究领域中采用传统方法难以解决

或无法解决的问题，实现了一系列科学研究上的重大突破，极大地推动了科学进步和社会发展，并在人类生活的各个领域引起巨大变化。特别是在金融领域和大气环境领域，许多经济学家、数学家、气象学家以及计算机等领域的研究人员正致力于将计算智能的方法用于解决金融及环境领域的诸多问题，并已经取得了令人满意的成果。

随着我国市场经济建设的高速发展和市场经济体制的不断完善，人们的金融意识和投资意识日益增强，而作为市场经济的主要组成部分——股票市场，是继储蓄、债券之后的又一主要热门投资品种，是政府、经济学家和投资者普遍关注的焦点，也是金融领域的一个重要的研究领域^[2]。股市作为金融领域的主要研究对象，具有变化万千、错综复杂的特点。股市研究涉及证券投资分析、决策科学、系统科学、预测技术、计算机技术、数据库、人工智能与专家系统等多门学科，是一种交叉的边缘性研究。随着经济研究的进一步深入，人们越来越认识到传统经济研究方法所面临的局限。在此背景下利用现代计算机的强大计算能力构造智能股市分析模型，研究各种复杂的股市变化及变化趋势，包括股市的动态变化分析，上市公司的业绩前景、股市走势和价格变化的预测、上市公司经营状况的模拟，投资对象的选择等已经成为国内外经济学家、计算机专家和政治家的一个新的研究课题。面对众多股票以及每个公司众多的财务数据，怎样才能客观、全面、准确地选择和分析股票呢？在成熟的股市中，一个理智的投资者必须学会分析股票，习惯理性操作，树立正确的投资理念，才能正确地选出投资对象，获得高收益。目前人们对股市的研究主要有两种方法：基本分析法和技术分析。但随着股市的不断膨胀发展，这些非智能化的方法用于股市变化的研究和分析，效果往往不尽如人意。目前，许

多经济学家、计算机专家已经提出了多种用于股市分析和模拟的智能计算模型,从机理上研究、探索智能的新理论、新方法。智能股市模型的提出,延伸和扩展了人的智能,为金融领域提供了一种新的参考工具^[3-9]。

大气环境质量与人们的健康及生活息息相关。随着经济和工业化进程的加快,使大气质量严重恶化,使污染的空气成为威胁所有生灵的凶险杀手,使人类的生存条件和生态系统受到严重影响。为了控制大气污染,预防污染事件的发生,开展大气污染评价及污染预测工作已迫在眉睫。

由于大气污染的变化具有较强的非线性特点,因此必须采用一种能够描述和刻画非线性现象的强有力工具。为了及时、准确地预测未来大气变化、预防严重污染事件的发生,进而提高人们的生活质量,使未来大气质量预测和评价工作成为一个重要的研究课题。智能计算模型用于大气环境领域,为环境的整治规划提供了一种全新的方法^[10-13]。

1.2 研究内容

基于计算智能的思想构造改进的智能模型并将其用于解决金融领域和大气环境领域中的实际问题,具有一定的实用价值和应用前景。随着计算机设备和软件技术的发展,为计算智能的方法应用于解决更复杂的实际问题提供了保障。全书共8章,各章内容概括如下:

第2章,概要地介绍了人工神经网络及进化算法等相关知识。

第3章,在科霍恩(Kohonen)提出的SOM神经网络的基础

上,通过对获胜节点的拓广以及改进邻域函数、连接权函数等方法,提出了具有多获胜节点的 SOM 网络模型,并将其用于对股市进行分析。实验结果表明,在标准的 SOM 及本书所提出的几种多获胜节点的 SOM 网络模型中,具有双获胜节点的 SOM2W 网络具有最好的聚类性能。

第4章,在 Elman 神经网络中分别引入能够提高投资收益的方向和时间信息即惩罚和时间收益因素,提出了改进的 Elman 神经网络,即 ENNDPF、ENNTPF 和 ENNDTPF 神经网络。根据上海证券交易所提供的数据,利用该模型对股市的综合指数进行预测,进而求其收益率。实验的结果证明了利用该模型进行股市投资可以实现大幅度提高收益的目的。

第5章,为了使新股的价格真正体现上市公司的真实价值,通过对反映上市公司综合盈利能力的财务指标作为数据样本,首先利用 SOM2W 网络对数据样本进行聚类模拟,确定新股上市公司的性质和所属类别,然后利用 RBF 神经网络模拟股市“黑箱”系统对新股进行合理定价,从而提出基于 SOM2W - RBF 混合智能模型,为新股定价提供了一种新的参考工具。

第6章,采用具有全局搜索功能的 PSO 算法对计算大气污染损害率的普适公式中的参数进行优化,得到多种大气污染物均适用的具有更强普适性的大气污染损害率计算公式,以及基于 PSO 大气质量综合污染损害率评价模型和污染损害指数评价模型,并将该模型用于对长春市的大气污染现状进行评价。评价结果与实际结果基本吻合,表明该评价模型用于大气污染评价领域具有一定的可行性、普适性、可比性,可以推广利用,具有一定的实用价值。

第7章,鉴于 OIF Elman 网络具有的良好的泛化能力、信号处理能力,以及较强的通用性和客观性,提出改进的 OIF Elman