

• 专论与综述 •

神经网络与人事决策研究的新范式^{*}

李德忠

(浙江行政学院工商管理教研部 杭州 310012)

摘要:随着多特征决策研究的深入,传统方法已经不能回答更加细致的问题。细察精确预测的理论、建立模型与数据的形式关系成为更有希望的研究方向。神经网络模型设计用来模拟许多并行的认知和神经行为,具有样例学习和迁移适应能力,在解释和预测方面具有传统方法所不具备的潜力。神经网络能够同时表征线性补偿和非补偿规则,其应用已经渗透到许多学科领域。网络范式对于人事研究和应用也有价值,有研究表明神经网络可以用于人力资源管理的一般领域,成为人事决策研究的新范式。

关键词:神经网络;并行分布式;多特征决策;人事决策

Neural network and new paradigm for personnel decision-making research

Li De-zhong

Department of Business Management, Zhejiang College of Administration, China, 310012

ABSTRACT: There has been tremendous progress in the investigation of multi-attribute decision making during the last four decades. The old methods may no longer suffice to answer more detailed questions. Scrutinizing the theories for precise predictions and formulating formal relationship between models and data might be a promising way to grasp those questions. Neural networks can be thought of as computer models designed to recognize meaningful patterns in data. Artificial neural networks are much better in predictive accuracy than conventional statistics. The neural network can represent both linear compensatory and noncompensatory rules exactly. Successful neural network applications in other disciplines suggest that the network paradigm may also be useful for personnel researchers and practitioners.

Key words: Neural network; Parallel distribution; Multi-attribute decision making; Personnel decision

神经网络是模拟人脑学习和存储数据的计算机系统,是类似于人脑的简化数学模型。神经网络具有样例学习和迁移适应能力,主要采用并行加工方式处理任务^[1]。随着神经运算的发展和成功应用,神经网络建模逐渐经成为一个富有潜力的新领域^[2],被其它许多学科领域用来表现变量关系。神经网络的应用已经渗透到模式识别、图象处理、非线性优化、语音处理、自然语言理解、自动目标识别、机器人、专家系统等各个领域。

相比传统统计方法,人工神经网络可以提供更加有意义和深入的结果^[3],在解释和预测方面具有传统方法所不具备的潜力。近年来,神经网络在模拟人类认知的道路上更加深入发展,并与模糊系统遗传算法、进化机制等结合,形成计算智能,成为人工智能的一个重要方向。神经网络在其它领域的成功应用表明网络范式对于人事研究和应用也有价值,一些初步的研究工作也表明神经网络可以用于人力资源管理的一般领域^[4]。

1 神经网络的学习机制

人工神经网络设计受大脑中与学习及模式识别有关的神

经学连接的启发,神经细胞是神经网络理论诞生和形成的物质基础和源泉,神经网络的拓扑结构也是以生物学解剖中神经细胞互联的方式为依据。神经网络模型设计用来模拟许多并行的认知和神经行为,其理论基础来自于学习理论^[5],Hebb规则为神经网络的学习算法奠定了基础。科学家曾一度对神经网络的研究失去信心,但仍有许多学者坚持这方面的研究^[6],提出了并行分布式(PDP)网络思想,并于1985年发展了BP网络学习算法,实现了多层网络设想,为神经网络研究提供了重要推动。

以往有多种解释神经网络的思路,其中Swingler(1996)的影响较大。典型的神经网络具有下列结构:一个输入层、一个或更多隐含层、一个输出层。每层都有一定数目相互连接的神经元或结点,其中蕴涵处理数据的统计算法。图1给出了具有三层结构的简单神经网络模型及其相互联结,网络可以有多个输出单元,它们既可以是二分值又可以是连续变量。

人工神经网络可以说是一组输入-输出关系,通过获得输入变量的模式并将其与输出变量匹配,习得的规则存储在输入联结的权重系数中并影响加工单元的激活水平。大多数神经网络应用采用一种称为“监控式学习(supervised learning)”

* 基金项目:国家自然科学基金项目资助,项目编号70302011

作者简介:李德忠,男,(1974-)。浙江行政学院讲师,博士。

研究方向为组织行为与人力资源管理。Email: dezongli@gmail.com。

(收稿日期:2006-03-21 接受日期:2006-04-16)

的技术进行网络训练。在监控式学习中,网络可以通过提供输入、观察输出,对照当前输出结果与期望结果,然后改变网络使得实际输出和期望输出之间的差异最小。当然,也可以在改变网络结构以后进行重复训练,例如可以改变网络的复杂性(相互联结的数目)。通常情况下,在改变网络结构之后都要对网络再训练多次才能产生学习效果。

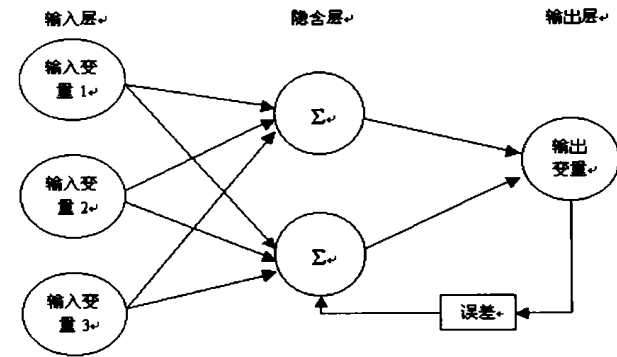


图1 误差向后传导的前馈神经网络

Figure 1 Feedforward Neural Network of errors conducted backwardly.

神经网络通过输入(自变量)获得外部刺激,隐含单元对信息进行加工,结果或决策表现为输出模式。输入数据可以是组合分数(composite score)或问卷项目,可以是定性数据也可以是定量数据。网络的任务是“学会”用最优的联结模式获得输入-输出关系,输入-输出配对集合(也称为“事实”)就是网络训练模式(training pattern)。在网络训练过程中,首先要给每个联结赋予随机权重,然后输入信息传经网络,计算出加权之和。这与回归模型相似,是对反应的线性叠加;不过,神经网络只能产生正值和负值,从而对临近的神经元产生兴奋或抑制效应。这种加权之和代表了估计或预测的反应,然后将其与期望值或实际反应相比。如果预测的反应落在了特定的置信区间中(称为“容忍水平”),这种预测就被认为是“正确的”,表明网络已经“学会”了事实。例如,如果研究者把标准训练样本(standard training sample)的置信水平设为.10,则任何落在±.10之间的反应就被认为是正确的。如果反应没有落在置信区间内,可以通过“向后传导”函数计算系统中权重系数的变化。这种向前、向后和迭代过程一直重复,直到网络“学会”了所有事实之间的最优联结。神经网络的隐含层可以修正输入和输出反应,其数目影响网络的复杂程度,在隐含层加工单元增加的时候不同神经层之间的相互连接迅速增加,进而提高网络收敛或达到最优解的能力。当前还没有估计网络模型隐含单元最优数目的标准规则,有些研究者以输入单元和输出单元的平均值作为隐含单元的数目,也有研究者指出当隐含单元的数目是输入单元的二倍时模型才有解^[7]。

由于针对不同的模式识别要求有一套不同的计算程序,有必要根据问题和应用选择具体的神经网络。比较适合预测的一类运算模型是以误差向后传导(Back Propagation, BP)作为学习规则的多层前馈型网络^[8,9],BP网络可以实现从输入到输出的任意非线性映射。目前,在人工神经网络的实际应用中,绝大部分的神经网络模型都采用BP网络及其变式^[10]。BP网络也是前向神经网络的核心部分,体现了人工神经网络

的精华。近期,贝叶斯统计原理用来构建新的神经计算方法,贝叶斯网络也是一种前馈网络并采用向后传导学习规则,不过这些规则经过了贝叶斯统计的校正而使预测更有效和精确。

2 人工神经网络的统计优势

神经网络与传统方法有着相同的渊源,都始自于Galton(1888)相关、Pearson(1896)的相关系数和Gauss(1809)的最小二乘方法,它们都属于相关技术,目的在于降低均方误差。另外,Fisher(1936)建立了辨别分析,这也是一种相关技术,在同时考察多种变量的情况下对两组客体的差异加以分析。神经网络也采用辨别函数进行分类,并应用贝叶斯概率定理(Bayes' Theorem of probabilities)和条件概率计算各类客体的归属概率。

尽管神经网络是一种统计技术,但它有别于管理学者使用的传统多变量统计。首先,传统方法如线性回归对数据只进行一次拟合运算,而神经网络要求多次拟合运算以使预测值和实际值的误差最小;在每次拟合运算时都要调整权重改善预测。神经网络通过适应性学习(adaptive learning)发现关系,而不事先假定某种关系。其次神经网络更适于获得数据中的非线性关系,与管理研究中主导的线性模型有显著差异^[11]。最后,神经网络是非参数的,许多线性、参数模型中的熟悉概念如解释变异量、效果量和统计显著性需要有不同的理解甚至不再适用^[12]。

神经网络与传统“加工”的另外一些差别包括样本容量要求,有些研究者提出了输入反应的数量要求,建议网络权重的数目应该近似为输入事实的十分之一。在回归技术中,已经有相应的公式计算特定检验能力下所必须的样本容量。神经网络检验与回归交叉效度验证所要求的样本容量也有区别,如有些神经网络文献中规定检验样本为训练样本的10%;而在回归预测研究中,可以依据几条经验规则(rules of thumb),如把样本分为相等的两组。

在对缺失数据的处理上,神经网络与回归模型也有很大差异。有研究者^[13]指出:“神经网络能够较好地处理缺失或不完整数据,而回归却很难完成这项任务”。神经网络“相对于其它方法,能够对复杂、模糊或不完整模型进行成功地识别或匹配”^[14]。回归分析常见的缺失数据处理方法有:剔除观察中的某些变量或者剔除某次观察,或者用平均值代替缺失值。在运用SAS进行辨别分析时,分类标准中就没有包括那些具有缺失值的观察。而对于神经网络,每个缺失数据可以用其所在列的最小值替代,然后对数据作正态化处理,这是大多数神经网络应用的标准程序。

Collins与Clark(1993)采用神经网络分析考察员工工作行为和对个性问卷的反应,并对比网络与回归模型的差异。他们利用了两项现场研究的数据集合,两套数据的样本容量和效标变量有所差异,样本容量分别是N=81和N=649,效标变量分别为人为二分变量和自然二分变量。采用BrainMaker Professional2.0训练神经网络,表现神经网络分析的加工过程;用辨别回归作为对照分析。分析结果显示,如果样本容量较大并且网络结构比较完善,神经网络会优于回归模型;在样本

容量较小时,回归模型更加稳定。如果对神经网络进行重构,其绩效会得到改善,在处理缺失数据时网络模型效用更高。

3 行为决策研究与判断策略模型

在过去的 40 多年里,对多特征决策探索取得了重大进展,研究者较多关注数据收集和分析的一般技术并提出了一些有价值的问题,对人类心智及认知机制进行了细致的描述和刻画,如适应性工具箱框架(adaptive toolbox framework)。然而,随着研究的深入,传统方法已经不能回答更加细致的问题。细察精确预测的理论、建立模型与数据的形式关系(formal relations)是更有希望的研究方向^[15]。

有效的决策数学模型非常重要,可以为理论提供精确的表述,在实践上也有重要意义。研究者可以通过观察到的决策结果对不能观察的决策策略进行估计,降低了对自我报告^[16, 17]或口语报告数据(protocol data)的依赖,也无需对中间步骤进行多重观察。这对于实践者和学术研究者都非常有价值,因为过程数据通常不能获得。而且,过程数据也可能不太可靠,自我报告也值得怀疑,被试可能难以觉察他们自己的决策策略或者不能精确报告自己的策略^[18]。收集口语报告数据的方法如信息展板可能会干扰所测量的决策过程。例如,当决策过程被监控时被试会更认真地加工信息,被试的注意可能被引向自然情景中所忽视的特征^[19],或者引起信息过载。迄今为止,能够同时表征线性补偿和非补偿规则的一类模型是联结主义网络(connectionist net)或神经网络。神经网络相对于随机效用模型,可以为行为提供更加充分的描述。行为决策理论的研究者迅速利用了神经网络对决策建模的灵活性优势^[20-22],将之用于分类和预测。

例如,有些大型公司采用神经网络预测客户申请中的信用风险^[23];纽约大学医疗中心运用神经网络计算人造肢体的运动,NASA 采用神经网络估计机器人与物体之间的距离;通用动力(General Dynamics)训练神经网络探测不同类型的船只和潜艇;美国空军开发神经网络根据模拟训练预测飞行员的绩效^[24];神经网络分析相比回归模型提高了蔡斯·曼哈顿公司(Chase Manhattan)信用卡的防伪检测率^[25];科学应用国际公司(1987)与美国联邦航空管理局联合开发了一种神经网络模型预测航空包裹爆炸的可能性,这种网络模型比线性辨别分析的效果好出很多并已在世界多家大型机场使用;还有研究发现神经网络比多元回归能更成功地预测证券走势^[26]。

4 神经网络模型与人事决策研究展望

神经网络模型比传统最小二乘回归模型具有更高的预测精度,对于理论发展和未来研究很有启发。神经网络特有的非线性适应性信息处理能力,克服了传统人工智能方法对于直觉的缺陷,使之在神经专家系统、模式识别、智能控制、组合优化、预测等领域得到成功应用。神经网络与其它传统方法结合,推动了人工智能和信息处理技术的不断发展。Somers(2001)运用人工神经网络考察了工作态度与个体工作绩效之间的关系。早期关于工作态度与工作绩效关系的研究基于线性的前提假设,神经网络利用模式识别算法,获取变量间的非线性关系,为该主题研究领域提供了新的视角。对于关系形

式的探讨有助于更好地理解工作态度如何以及为什么影响个体工作绩效,神经网络分析方法可以揭示变量间线性和非线性性的关系,所以非支持性(non-supportive)的结果就不能轻易归之于检验方法^[27]。

Somers(2001)研究发现,工作态度和工作绩效的关系落在了以往定义的“临界值”区域之外,用神经网络的语言来讲是高敏感区域非常有限,传统的说法即不显著的范围相当大。贝叶斯网络分析的结果表明工作态度与绩效的关系要高于已有实证研究的结果,但是这种关系的范围非常有限。因此,以往关于工作态度与工作绩效关系的假设可能是一种表述错误。比较 OLS 回归模型和贝叶斯网络的结果清晰地表明,贝叶斯网络在预测效率方面具有优势,对于检验数据,贝叶斯网络预测的工作绩效与实际绩效的相关是 OLS 模型的两倍;对于训练数据,其相关接近为 OLS 模型的四倍。

Somers(2001)还发现,影响工作态度与工作绩效关系的边界条件(boundary condition)不再是周边因素或个体差异变量,而是预测变量的水平。非线性也可以认为是一种边界条件,影响工作态度与工作绩效的关系;即态度与绩效的关系受态度变量的限制,工作绩效与工作态度的关系在工作态度的全距上并不一致。这有悖于线性模型的思路但与非线性动态原理一致,即强调系统状态变化过程中变量的相对水平。例如,工作满意感与工作绩效相对较强的关系只有在工作满意水平高、角色冲突水平低的情况下出现,表明员工不仅要对他们的工作满意,而且在工作满意转换成工作绩效之前,对工作职责要有清晰的概念;在某些最优条件下工作态度和工作绩效才有关系。这种模式正是非线性系统的特征^[28],但在组织背景中此类问题还未能广泛研究。

Somers(2001)的研究结果表明,神经网络作为人事研究的统计工具具有很大的潜力,尤其适用于识别时间序列数据中所蕴含的复杂关系,如根据传记资料数据(biographical data)、能力及诚信度测量预测工作行为。在预测组织行为时,很重要的是要获取行为发生于其中的情景,采用并行加工、情景与个体变量匹配组合,可以更优地预测行为结果。神经网络另外的一个优势在于可以依据模糊数据(degraded data)运算,而信息缺失、不完整甚至错误是人事研究中经常碰到的一个问题。

神经网络还可以通过多种方式增加样本容量,例如可以使用问卷项目而非组合分数增加样本容量。如果能够考虑构成综合分数的所有项目,采用项目水平的反应并不违反传统的测量理论原则。神经网络检验所需的样本容量可以是总样本的 10%,比回归分析交叉效度验证程序所需的样本比例小得多。人事研究领域的样本数量有限,这种样本容量要求非常有益。

神经网络模型设计用来模拟许多并行的认知和神经行为,具有样例学习和迁移适应能力,在解释和预测方面具有传统方法所不具备的潜力。过去对决策行为的研究往往根据有限的几个假设,如补偿决策模型规则、选择规则或者选择启发式,无法涵盖实际决策行为的内容。神经网络能够同时表征线性补偿和非补偿规则,其应用已经渗透到许多学科领域。神经网络对于人事研究和应用也有价值,可以用于人力资源管理的一般领域,成为人事决策研究的新范式。

参考文献

- [1] Groenland, E. A. G., Kuylen, A. A. A. and Bloem, J. G.. The dynamic process tracing approach: Towards the development of new methodology for the analysis of complex consumer behaviors [J]. *Journal of Economic Psychology*, 1996, 17: 809– 825
- [2] Wasserman, P. D.. *Neural computing: Theory and practice* [M]. New York: Nostrand and Reinhold, 1989
- [3] Duoback, G. and Kohonen, T.. *Visual explorations in finance using self – organizing maps* [M]. Berlin: Springer– Verlag, 1998
- [4] Somers, M. J.. Application of two neural network paradigms to the study of voluntary employee turnover [J]. *Journal of Applied Psychology*, 1999, 84: 177– 185
- [5] Hebb, D. O.. *The organization of behavior* [M]. New York: Wiley, 1949
- [6] Rumelhart, D.E. and McClelland, J. L.. *Parallel distributed processing* [M]. Vol. 1 and 2. Cambridge, MA: MIT Press, 1986
- [7] Collins, J.M. and Clark, M. R.. An application of the theory of neural computation to the prediction of workplace behavior: An illustration and assessment network analysis [J]. *Persomel Psychology*, 1993, 46: 503– 524
- [8] Bishop, C., *Neural networks for pattern recognition* [M]. Oxford: Oxford University Press, 1995
- [9] Ripley, B. D.. *Pattern recognition and neural networks* [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1996
- [10] 贝斯特. 认知心理学[M]. 心理学丛书– 心理学导读系列. 北京: 中国轻工业出版社, 2000
- [11] Starbuck, W. and Mezas, J.. Opening Pandora's box: Studying the accuracy of managers' perceptions [J]. *Journal of Organizational Behavior*, 1996, 17: 99– 117
- [12] Swingler, K.. *Applying neural network: A practical guide* [M]. New York: Academic Press, 1996
- [13] Rakes, T.. Research in the neural network/ expert systems area [J]. *Decision Line*, 1991, 22: 11– 14
- [14] Zahedi, F.. An introduction to neural networks and a comparison with artificial intelligence and expert systems [J]. *Interfaces*, 1991, 21(2): 25– 38
- [15] Broder, A. and Schiffer, S.. Bayesian strategy assessment in multi– attribute decision making [J]. *Journal of Behavioral Decision Making*, 2003, 16(3): 193– 213
- [16] Johnson, R. M.. Adaptive conjoint analysis [C], in *Proceedings of the Sawtooth Software Conference on Perceptual Mapping, Conjoint Analysis, and Computer Interviewing*. Sun Valley, ID. 1987: 253– 266
- [17] Swait, J.. A non– compensatory choice model incorporating attribute cutoffs [J]. *Transportation research Part B*, 2001, 35: 903– 928
- [18] Nisbett, R. E. and Wilson, T. D.. Telling more than we know: Verbal reports on mental processes [J]. *Psychological Review*, 1977, 7: 231– 259
- [19] Brucks, M.. The effects of product class knowledge on information search behavior [J]. *Journal of Consumer Research*, 1985, 12: 1– 16
- [20] Grossberg, S.. How does a brain build a cognitive code [J]? *Psychological Review*, 1980, 87: 1– 51
- [21] Grossberg, S. and Gutowski, W.. Neural dynamics of decision making under risk: Affective balance and cognitive– emotional interactions [J]. *Psychological Review*, 1987, 94: 300– 318
- [22] Leven, S. J. and Levine, D. S.. Multi– attribute decision making in context: A dynamic neural network methodology [J]. *Cognitive Science*, 1996, 20: 271– 299
- [23] Trippi, R. and Turban, E.. The impact of parallel and neural computing on managerial decision making [J]. *Journal of Management Information System*, 1989, 6: 85– 97
- [24] Lawrence, J.. *Introduction to neural networks and expert systems* [M]. Nevada City, CA: California Scientific Software, 1992
- [25] Rochester, J. D.. New business uses for computing [J]. *I/S Analyzer*, 1990, 28: 1– 16
- [26] Dutta, S. and Shekhar, S.. Bond rating: A non– conservative application of neural networks [C]. *Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks*, 1988, 2: 443– 450
- [27] Somers, M. J. Thinking differently: assessing nonlinearities in the relationship between work attitudes and job performance using a bayesian neural network [J]. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 2001, 74: 47– 61
- [28] Bettis, R.A. and Prahalad, C.K.. The dominant logic: Retrospective and extension [J]. *Strategic Management Journal*, 1995, 16: 5– 15

(上接第 48 页)

参考文献

- [1] 马立公, 李文方. 肺嗜酸性肉芽肿 1 例报告 [J]. *实用放射学杂志*, 2001, 17(11): 822
- [2] 张卫宁, 成继民, 宫凡, 等. 脑嗜酸性肉芽肿一例 [J]. *中华神经外科杂志*, 2002, 18(2): 107
- [3] Bilge T, Banut S, Yaymaci Y, et al. Solitary eosinophilic granuloma of the lumbar spine in an adult. Case report [J]. *Paraplegia*, 1995, 33(8): 485– 487
- [4] Yanagawa T, Watanabe H, Shinozaki T, et al. The natural history of disappearing bone tumours and tumours like conditions [J]. *Clin Radiol*, 2001, 56(11): 877– 886
- [5] 覃佳强, 易贵祥, 王忠贵, 等. 儿童骨嗜酸性肉芽肿 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2003, 2(4): 266– 268
- [6] Ghanem I, Tolo VT, D Ambra P, et al. Langerhans cell histiocytosis of bone in children and adolescents [J]. *J Pediatr Orthop*, 2003, 23(1): 124– 130
- [7] 杨忠汉, 黄纲, 廖威明, 等. 局部注射醋酸氢化泼尼松治疗儿童骨的孤立性嗜酸性肉芽肿 (附 9 例报告) [J]. *中国矫形外科杂志*, 2001, 8(7): 637– 639
- [8] 徐西华, 苏庸春, 刘筱梅. 郎格罕细胞组织细胞增生症 46 例临床研究 [J]. *重庆医学*, 2002, 31(11): 1059– 1060
- [9] 周明. 放射治疗骨嗜酸性肉芽肿 11 例报告 [J]. *癌症*, 1996, 15(1): 14
- [10] Bertram C, Madert J, Eggers C. Eosinophilic granuloma of the cervical spine [J]. *Spine*, 2002, 27(13): 1408– 1413