

岩土工程中应用神经网络的思路研究

石东虹 张秋
(重庆市勘测院 重庆 400020)

摘要:本文基于笔者多年从事岩土工程相关工作的经验,以岩土工程中神经网络应用为研究对象,在参考大量相关文献的基础上,分析探讨了神经网络方法在岩土工程中应用的渊源,神经网络的基本特征和神经网络在岩土工程中的应用和建模方法,全文是笔者长期工作实践基础上的理论升华,相信对从事相关工作的同行有着重要的参考价值和借鉴意义。

关键词:神经网络 岩土工程 应用 建模

中图分类号:TB21

文献标识码:A

文章编号:1672-3791(2010)06(b)-0056-02

1 岩土工程中应用神经网络的渊源

作为地质体的岩土具有非常复杂的力学特性。在将岩土力学性态抽象成数学模型时,很难考虑到将全部因素纳入作为变量并分析,以致计算结果与实际情况相比具有很大的离散性。这是岩土力学发展过程中仍未明确解决的问题。岩土系统是高度复杂非线性大系统,并始终处于动态不可逆变化之中。因此,要对它的力学行为进行预测和控制,必须借助于当代非线性科学,建立适合于岩土力学与工程特点的岩土非线性静力和动力系统理论,是21世纪岩土力学理论发展的突破口。

作为一种非线性科学,人工智能被称为20世纪的三大科学技术成就之一,已经受到各学科的普遍重视,正在向各个学科领域渗透且逐渐应用于各个学科之中。人工智能是利用计算机和模拟人的思维过程的智能行为科学。它试图达到象人那样进行推理和学习的能力。世界范围内的高新技术的开发皆以人工智能为基本重要组成部分。尽管人工智能目前还没有公认完善理论体系,但其研究内容相当广泛,涉及众多的领域,如知识工程、专家系统、神经网络、模式识别等。其中专家系统和神经网络是它的两个重要分支,目前这两方面有很大进展。在岩土工程中,可应用专家系统中的知识和不确定性推理等技术进行岩土分类、稳定性分析、加固方案选取等工作;应用神经网络的学习功能对岩土参数、地应力、工程稳定性和加固措施等进行分析、预测和识别。这使得人工智能技术的发展将会成为处理岩土工程不确定性问题的有力工具。

作为人工智能科学中的一个重要分支,神经网络是80年代末再次迅速发展起来的,它是由人工智能领域里连接主义学派的研究者们,受人脑的神经结构和功能的启示,而提出的一种计算和知识表达的模式。

神经网络的研究很久以前就已开始。19世纪末,西班牙解剖学家Cajal创立了生物神经元学说。早在20世纪40年代初,美国心理学家McCulloch和数学家Pitts根据解剖学和生理学方面的成果,提出了一个非常简单的人工神经元数学模型,称为MP模型,开创了神经网络模型的理论研究。1949年,Hebb根据心理学中条件反射机理,提出了改变神经元连接强度的Hebb规则,迄今为止在各种神经网络模型中,它仍起着重要的作用。1957

年,Rosenblatt提出T感知器(Perceptron)的概念,由于其自组织和自学习的思想,奠定了它在神经网络研究中的重要地位;1960年,Widrow和Hoff提出了自适应线性元件(Adaline)和规则,采用了连续取值的线性网络。其后相当一段时期内,由于传统的VonNeumann型数值计算机正处于分支的全胜时期,从而掩盖了发展新型模拟计算机和人工智能技术的必要性和迫切性,使得对神经网络的研究处于缓慢发展的低潮期。令人欣慰的是,在此期间,仍有一些学者在极端艰难的条件下致力于这一领域的研究,提出了不少的新模型和新理论。到80年代中后期,神经网络终于走出了低谷,进入了研究神经网络的新时期。究其产生变化的原因,一是VonNeumann数字计算机在人工智能等领域遇到了困难,仅仅靠提高计算机速度不能解决问题;二是神经网络理论取得了突破性进展,比较著名的神经网络模型代表是Hopfield于1982年创建的Hopfield网络及其各种推广,成功地解决计算复杂度为NPC型的旅行商问题;1985年,PDP(Parallel Distributed Processing)领导小组的Rumelhart等提出并建立了目前大量广泛应用的反向传播神经网络BP模型(Back-Propagation)。

2 神经网络的基本特征

以神经网络研究为开端,整个研究领域对计算的概念和作用有了新的认识和提高。计算不仅仅局限于数学中,更不仅仅指采取逻辑的、离散的形式,在大量的物理现象以及生物学对象中,进行着各种各样的计算,而且大量的运算表现在对模糊、低精度模拟量的并行计算。对于后一类计算,传统的计算方法无法施展其所有的能力。神经网络的数学理论本质上是是非线性的数学理论。因此,现代非线性科学方面的进展必将推动神经网络的研究;同时,神经网络理论也会对非线性科学提出新的课题,神经网络研究的对象是神经系统,这是高度进化的复杂系统,也是系统科学研究中一个重要的领域。神经网络研究不仅重视系统的动态特性,而且强调事件和信息在系统内部的客观产生过程。其显著特征有以下几方面。

(1)神经网络是高度的、大量的并行式计算模式,可应用于各种“知识”的表达和信息的处理。顾名思义,神经网络是由神经元结构和人脑运作激励所构成的一种结构。由于神经网络的基本“硬件”类似于人

的大脑,所以神经网络在信息处理方面有一些独特的能力。神经网络是具有真正的“学习”和知识获取能力的最早的计算模型。神经网络既能从所给样本中学习,也能从与其相互作用的环境中学习知识、信息。在大多数工程应用方面,神经网络与其相互作用的环境所研究的问题就是输入(处理)空间与输出(解决)空间的关系。对于神经网络的训练来说,在输入与输出空间的样本中存在着相当大的灵活性。从相当数量的数据结构中,神经网络能够学习到其间所蕴含的复杂非线性关系和数据间的相关性。通过激励与惩罚,神经网络也能够被训练去获取一种特定的知识。由学习到的信息和知识被“隐含贮存”在物理的连接权上。不同于其它大多数的信息,“贮藏器”所贮存的信息回收是由所提供的具有一种作为关键方式的输入模式的神经网络依一定规则所进行操作的。

(2)神经网络也是健壮式的计算模型,可以处理有噪声、不连续、分散的数据。同时,神经网络具有容错能力的。

人工神经网络是由大量简单的处理单元广泛连接组成的复杂网络,是在现代生物学研究人脑组织所取得的成果的基础上提出的,用以模拟人类大脑神经网络结构和行为的方法,反映了人脑功能的基本特性,即:学习、记忆和归纳,解决了人工智能研究中的某些关键性问题。网络的信息处理由神经元之间的相互作用来实现;知识与信息的存储表现为网络元件互连之间分布式的物理联系;网络的学习和识别决定于各神经元连接权系统的动态演化过程。它不同于当前人工智能领域研究中普遍采用的基于逻辑与符号处理的理论和方法,开辟了一条崭新的途径。与其它学科的理论与技术如专家系统相结合,将产生较好的模拟思维,记忆和学习等一些入脑的基本功能;它的分布与并行处理、离散与连续时间计算和全局信息的作用等特性与光电技术的结合,又将解决采用串行操作和信息存储模式的传统计算机难以解决的高速、实时的复杂问题。同时神经网络也在很多学科中得到应用。

3 神经网络在岩土工程中的应用和建模方法

神经网络属性包括非线性、非局域性、非正常性、非凸性。目前,应用比较广泛的
(下转58页)

范,无法反映工程监理过程中的监理情况。工程竣工时,监理单位出具的项目监理工作总结普遍存在内容简单、数据模糊、结论含糊等问题。

2.6 工程管护中存在的问题

从目前已经进行的土地开发整理的实践来看,电力设备、水利设施丢失的现象比较严重,树木成活率较低,工程后期管护费用解决困难,面对这一现状,主要是未与村组制定切实可行的工程管护方案,后期管护费用未在预算中得到落实。

3 问题存在的原因

3.1 相应的政策、标准、规范不够完善

1986年,全国人大通过了《中华人民共和国土地管理法》,其中明确规定:国家鼓励土地整理。1998年新颁布的《中华人民共和国土地管理法》的颁布在全国范围内掀起了新一轮土地整理的热潮。2003年,国土资源部在总结前几年土地整理工作经验和教训的基础上,颁布了《土地开发整理若干意见》,进一步明确了新时期土地整理的目标和发展方向,为我国土地整理立法工作奠定了良好的基础。由此可见我国近年来的立法工作取得了长足的发展,但是,从若干意见到一部完善的法律还有着很大的差距,因此也不能忽视其中存在的不足与问题。

我国有关土地整理的法律、法规体系尚不健全,这极大地影响了我国土地开发整理的进程:《土地整理法》尚未颁布,《土

地整理招投标法》、《土地整理产权调整办法》、《土地整理生态保护条例》等法律和办法也尚未出台,土地整理规划的编制与实施、土地整理专项规划与相关规划的关系协调、土地整理项目的立项、项目工程财务决算的程序、土地整理项目招投标标准、项目概算定额、土地整理后的土地产权调整与利益平衡、各级政府部门在土地整理工作中的责任和权力划分、各土地产权主体在土地整理项目中的权利和义务等问题,都缺乏相应的法律法规加以规范。

3.2 从业人员技术力量薄弱

土地开发整理工程是涉及水利、水电、环保、土建、林业、道桥、测绘制图等多个专业的综合性工程。国土部门的工程管理人员普遍技术薄弱,不通晓相应技术规范和要求。应强化业务骨干的培训,不断提高人员业务素质,建立一支政治好、原则性强、熟悉业务、懂得管理、廉洁自律的骨干队伍。

3.3 资金使用管理方面存在的问题

目前项目资金的管理方法是行政式的。土地整理虽然需要政府的规划、计划和指导,但它仍然是一种经济行为和经济行动,在工程施工管理过程中,到底谁是资金管理主体尚未明确。而目前资金拨付渠道还是在国土资源部门省-市-县-业主-施工单位。

4 结语

土地开发整理项目各省每年涉及上10

亿的政府资金,工作开展从无到有仅10年时间,取得了社会的认同。土地开发整理也制定了一些管理制度,但是还很不完善,导致现实中各环节出现诸多问题。针对上述问题,本文认为进一步加强土地开发整理管理,制定各环节管理制度,是提高土地开发整理资金运作效率的关键,为此应重点完善以下方面:(1)制定土地开发整理全局性规划,确定优先次序和重点区域,制定土地开发整理项目5年计划和年度计划。(2)加强对土地开发整理中介机构管理,对规划设计单位的成果、实施效果进行核查,人员定期培训,实行淘汰制;对招标单位、监理单位的素质进行核查,制定考核标准,实行淘汰制。(3)提高国土部门土地开发整理管理人员素质,公开招聘选拔有业务素质的人才,提高管理能力。(4)加强施工的审计和监督,将政府资金落到实处。

参考文献

- [1] 王颖,李江风.浅谈土地整理项目实施中存在的问题与对策[J].安徽农业科学,2006,34(23):6308~6309.
- [2] 侯敏,王秉祥.谈土地开发整理工作中存在的问题及对策[J].理论观察,2003(3):60.
- [3] 杜颂庶,杨慧.土地开发整理招投标存在的若干问题[J].中国土地,2006(12):43~45.

(上接56页)

神经网络模型有自组织映射模型,Boltzmann机,Hopfield网络和BP网络等。其中自组织映射模型属于无指导学习网络,其它三种属有指导学习网络。自组织映射神经网络可用于分类,Hopfield和Boltzmann机也都适用于稳定性分类等问题。相对来说,应用比较广泛的是Hopfield和BP神经网络,尤其是应用最广泛且比较成熟的BP神经网络,在岩土工程中得到了大量的应用。这是因为岩土工程的研究对象为散粒体,需处理的信息量大,而且这些信息的模糊性、随机性比较大,而BP神经网络恰恰又具有惊人的自学习能力和强大的非线性映射能力,不需要建立传统复杂的数学表达式,因此BP神经网络在岩土工程中的应用最近得到了迅速的发展。王勇采用神经网络对混凝土面板堆石坝最大顺破向拉应力进行了学习训练,建立起了拉应力与其他各种参数之间的非线性关系,从而对其进行精确的预测。1998年,孙海涛等率先将BP神经网络应用于深基坑工程变形预测研究,取得了初步成功。2003年,钟才根等借助神经网络,建立起了根据现场量测信息对软基路堤沉降量随时间发展的全过程动态预报的分析方法。王成华、张薇对人工神经网络在桩基工程中的应用研究进行了回顾与评述,总结了神经网络在单桩承载力、荷载-

位移关系预测以及桩动测完整性判释等方面的成果与水平,并分析和探讨了进一步的研究方向和应用前景。

在工程地质方面,较多的问题涉及到广泛的研究领域,皆可以将神经网络作为一种很好的方法而加以运用。在这些领域中,数据之间的关系可能是复杂的,不确定的、离散的、随机的,而这种不确定性就是由于数据数量的不充足、不准确和其分散性所造成的。神经网络提供了一条完全不同于传统数学建模、数据拟合的解决此类问题的途径,因为有了神经网络方法,现场实际数据和实验室的实验结果所得到的数据可以被直接加以应用,而中间不需要再做一些人为的简化和假设。通过神经网络的自组织和学习过程,数据间的内在相关性在神经网络内部就可以形成。对于大多数实际工程问题所面临的共同的课题是数学模型的研究和建立。由于材料本构特性和实验途径的难度,使得岩土力学的建模工作变得更加困难。通过神经网络的学习功能,已使模型研究取得进展。神经网络可以从输入的数据中学习数据间蕴含的相关性。在岩土力学方面,学习使得神经网络成为一种有力的研究工具。

由工程实例而学习知识、信息的能力是神经网络在工程应用中最重要的特性。力学模型越复杂,假设的越多,公式也就

越复杂。设定参数越多的本构关系不一定就比简化的实用。如:时间、流变、节理、水等诸多因素皆考虑,在理论上可行的,但在实际应用中,有些参数根本无法从实验中获取,同时在数值计算模型上也很难加以实现。

本构模型的建立过程,目前大都是遵循这样一条途径:以一般材料实验(试块试验,少数也有现场实测的结构性实验)为基础,根据材料在有限实验条件下所表现出来的简单特性(路径多数不完全),结合金属及其它具有理想力学特性材料的本构模型,设定一些人为假设条件,从而建立起岩土的本构模型。本文将神经网络方法与非线性有限元数值计算方法相结合,采用一种不同于(并非完全不同,相应的实验基础还是必须遵循的)传统方法来寻求岩土材料或工程岩土结构的本构模型的研究方法。在此,我们称之为基于神经网络的材料本构模型。

参考文献

- [1] 冯夏庭,王泳嘉.智能岩石力学及其内容[J].工程地质学报,1997(1).
- [2] 逮静洲,林皋,李庆斌.三轴加载条件下混凝土的神经网络本构模型[J].工程力学,2004(6).