

TLU 训练在矿山 CAD 计划编制系统中的应用

郭建国¹, 云庆夏¹, 仪琳²

(1. 西安建筑科技大学, 陕西 西安 710055;

2. 洛钼集团矿山公司, 河南 洛阳 471542)

摘 要: 神经网络的应用日趋广泛, 如何能够更好地应用于矿山生产实践中也成为当前业界的一个课题。通常矿山的计划系统不能够将相关的计划量数据动态地显现给用户。通过对矿山 CAD 系统的分析, 利用神经网络中 TLU 训练原理应用 VC++ 开发出了相应的 CAD 模块, 将露天矿山生产计划指标动态显示。应用该模块编制计划提高了生产计划编制水平和编制效率。文中所提出的方法已经成功用于金堆城和洛钼集团矿山中, 实践证明 TLU 训练原理很好地解决了矿山计划中的交互难题。

关键词: 神经网络; 矿山 CAD 计划系统; 阈值逻辑单元训练

中图分类号: TP391.72

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2006)10-0230-03

Application of TLU Training Theory to Mine CAD Plan System

GUO Jian-guo¹, YUN Qing-xia¹, YI Lin²

(1. Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China;

2. Luomu Conglomerate, Luoyang 471542, China)

Abstract: With the development of the artificial neural network in our country, how to apply better in mining production becomes a question. The common mine CAD plan system can't show the dynamic planing data to the user. Through an analysis of mine CAD system, this paper utilizes TLU training principle in artificial neural network, which can show open-cast mine plan targets dynamically in mine planning, thus it improved the production schedule competently and efficiently. The method mentioned in the paper has been utilized in mines of Jinduicheng and Luomu Conglomerate.

Key words: artificial neural network; mine CAD plan system; TLU training

0 前言

神经网络的研究早在 20 世纪末就已经得到了蓬勃发展, 目前它的发展已经渗透到了各个国家的多个领域。近年来, 神经网络的发展更进一步展示了它的广阔应用前景。

作为最古老的工业之一——采矿业, 正逐步摆脱手工操作, 走向智能化、数字化。数字化矿山在如今已经成为现代化矿山的标志, 而矿山工程数字化的进程是决定这个标志的重要因素之一。因此, 有大量的学者教授致力于矿山工程数字化研究, 而且也取得了不少显著的成就。随着计算机行业的迅猛发展, 人机交互的理论、技术越来越成熟^[1]。CAD 的发展对于矿山工程的数字化进程无疑起到了重大的推动作用。各个国家、各个院校, 纷纷以 CAD 为平台, 将现代技术应用到了采矿业中, 使采矿业在近年来得到了充分发展。

文中的目的就是要基于上述两个背景下, 借用矿山 CAD 计划系统的开发应用实例来说明神经网络中 TLU(阈值逻辑单元, Threshold Logic Unit)训练原理在其中的作用, 展现神经网络在矿业软件开发中的魅力。

1 基本概念

1.1 神经元

神经网络是对人和动物的神经网络的某种结构和功能的模拟。人工神经元正是对人和动物神经网络中最基本的结构模拟, 与人和动物的神经元功能相似, 它是人工神经网络的基本组成单元。其原理图如图 1 所示。

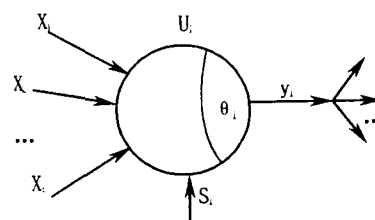


图 1 人工神经元结构模型

神经元一般是多输入、单输出的非线性元件。图 1 中

收稿日期: 2005-12-30

作者简介: 郭建国(1972-), 男, 河北张家口人, 硕士研究生, 研究方向为系统工程; 云庆夏, 教授, 博士生导师, 访美学者, 享受政府特殊津贴专家, 长期从事优化技术和计算机应用研究。

用 X_i 表示多个信号输入,用 y_i 表示输出信号; θ_i 是阈值; S_i 则是外部环境输入信号。另外用 W_{ij} 表示 X_i 对神经元状态值 u_i 的权值。则上述的神经元模型的数字表达式为:

$$\begin{cases} \sigma_i = \sum_{j=1}^n W_{ij} \cdot X_j + S_i - \theta_i \\ u_i = f(\sigma_i) \\ y_i = g(u_i) \end{cases}$$

即表示,神经元的输出是神经系统状态值 u_i 的函数,而中间函数 u_i 是可以嵌套的,这样就依据不同的状态将神经元结构分成了不同的层次,即输入层、中间层和输出层^[2]。

1.2 矿山 CAD 计划系统

常见的矿山计划系统往往是在几个有经验的工程师支持下的基于多个约束条件的被简单化了的线性规划。一个矿山的生产计划是对矿山整体进度的一个综合性安排,是矿山最重要的工作之一。而基于几个矿山工程师的经验之下的矿山计划往往就带有费工费时、遗漏多的问题,使得矿山计划在实施过程中不能做为矿山生产的准则。因此,基于矿山 CAD 二次开发的计划系统软件应运而生。

新的矿山 CAD 计划编制功能系统必须要解决如下几个问题:一是矿山资料的数字化表达。AutoCAD 已经在各大矿山得到了充分的应用,虽然其应用方式还多数局限于最初的图元数字化阶段,但是由于矿山技术人员已经具备了初步的 CAD 技能,这给新的矿山 CAD 系统应用推广带来了好处。新的矿山 CAD 系统是基于二次开发的基础上的,最好能够以纯 CAD 或结合大众较为熟悉的办公软件加以开发应用,这样在处理大幅面矿山资料时,对机器的要求就会有所降低,使程序运行快捷起来。这一步骤一般采用数字化工具来协助完成,最后形成 *.dwg 文件。二是矿山计划的编制规则约束。理想的矿山生产作业计划编制是一个多条件约束的多目标规划问题。其主要的约束条件主要有如下几类:量的约束,主要有矿岩量、品位及剥采比作为约束条件;质的约束主要是矿山生产规划的合理性约束,比如矿体界线与境界线对开采范围的约束。此外,矿山计划系统应当在带有自适应功能前提下有学习功能。

为了解决上述问题,必须有多个数据库(或图形库)作为支持。主要的库应当有:图元库(以露天开采为例,主要包含地形线、露天开采境界线、台阶坡底、坡顶线、矿岩界线、岩性分界线、勘探线等一系列的图元);钻孔数据库(用以表述矿山地质条件岩芯情况);规则库(也叫约束库,就是将计划编制过程中的约束因素加入库中,作为编制过程中的约束);暂存库(用以存放临时信息或是中间信息)。

1.3 工程界线的特性

CAD 系统中最大的特点就是点、线、面来表达现实、模拟现实。

线条作为一种基本图元,一般具有几何和非几何双重属性。矿山工程界线通常具有几何属性,图形定位不同于

机械行业,它是以精确的大地坐标来确定,图形具有方向性,其方向遵循“右手螺旋定则”。拇指指向为工程线的法线方向,其余四指指向的是图形的正向,而与四指相反的方向就是负向。界线的非几何属性通常指高程、品位、矿岩类型等技术经济指标^[3]。

2 基本原理

2.1 神经网络中单 TLU 的训练原理

单 TLU 也称为 Perception 和 Adeline^[4](即可调节线性元素)。Rosenblatt 和 Widrow 对它们的使用进行了广泛的探讨。

一个 TLU 由其权值和阈值来定义,对一个 TLU 的训练是通过调节其可变权值来实现的。权值($w_1, \dots, w_i, \dots, w_n$)由一个权向量 W 来表示。用 θ 来表示 TLU 的阈值。这里,假设输入向量 X 具有数字分量(这样才能计算这些数字分量的加权总和)。若向量点积 $s = X \cdot W$, 比 θ 大,则 TLU 输出为 1; 否则为 0。如图 2 所示,TLU 用一个线性边界把输入向量的空间分开。在二维空间里,此边界为一条线,而在三维空间里为一个平面。在多维空间里此线性边界称为“超平面”(hyperplane)。此超平面把 $X \cdot W - \theta > 0$ 的向量与 $X \cdot W - \theta < 0$ 的向量分开。超平面方程为 $X \cdot W - \theta = 0$ 。可以通过调节阈值来改变超平面(相对原点)的位置,而通过调节权值可以改变其方向。

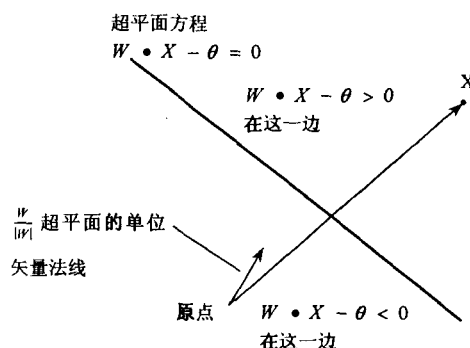


图 2 TLU 几何学原理图

2.2 TLU 的训练过程

TLU 的训练过程是一个动态的过程。研究训练一个 TLU 使其能对训练向量作出恰当响应的方法之一,就是定义一个误差函数,使其能通过调节权值达到最小值。通常使用的误差函数是平方差:

$$\epsilon = \sum_{X \in M} (d_i - f_i)^2$$

式中, f_i 是 TLU 对输入 X_i 的实际响应, d_i 是所希望的响应。然后对训练集中的所有向量求和。对于固定的 M 来说, f_i 依权值而定。可通过下降梯度求误差 ϵ 的最小值。为了计算下降梯度,先计算“权空间”中的梯度;然后把权向量沿此梯度的反方向(下山)移动。计算梯度的困难之一就是 ϵ 依 M 中所有输入向量而定。通常,倾向于先用 M 中的一个成员,对其权值进行调节后,再用 M 中的另一个成员——该成员来自自由已作标号的输入向量所组成的序列

M 的递增训练过程,如此反复,直到 ϵ 取得最小值,此时的状态即为学习成功的状态。

3 巧用 TLU 训练原理开发 CAD 矿山计划系统

鉴于 TLU 的训练是一个动态的过程,将之应用于 CAD 系统二次开发的计划编制过程。

3.1 问题的提出

在矿山 CAD 系统中,通常是将矿岩线与开采的新旧境界线进行求交的运算,一般只能对求交后的结果进行反馈,尤其是在排定中短期生产计划时,由于矿岩量较少,相对误差就会变得比较大了,要进行调整就得进行重新排定,而且其得数常常是估算求得,与计划目标值的绝对误差就会加大,这给矿山生产计划的编制带来不便。如何能够动态地反应出矿岩量的微小变化,成为提高矿山生产计划效率的一个瓶颈。

3.2 解决方案的提出

笔者通过对 CAD 二次开发的实践,受到了 AutoCAD lisp 函数 (grtext [box text [highlight]])^[5] 的启发,利用 ObjectARX 技术将动态结果及时地显示出来,供用户使用参考。从而成功地实现了以往 CAD 计划系统所不能完成的矿岩量、品位等作业指标动态显示和动态调节,极大地提高了计划编制的效率。

3.3 矿山 CAD 计划系统中动态效果的实现

在计划编制过程中,利用现状线作为学习起点,然后用该线上各节点向外扩展,进行学习。

在 CAD 系统中,把现状线(或台阶线)作为超平面 Π , 以其中的节点作为矢量初始点,编制计划实质就是造一个以现状线节点为初始点的矢量,其矢量参数包含该节点的几何属性和扩展数据属性值。从图元库中取出关键属性如层属性、坐标属性、表内矿量属性、表内矿品位、表外矿、矿岩总量作为该矢量对应的矢量初始参数,构成一个新的向量,记作 $V(l, x, y, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$, 因为该点 $P \in V$, 当该节点作矢量运动时 V 发生变化,以表内矿量为起始参数加以调整,当 x_1 产生一个增量 Δx_1 , 就会有 $V'(l + \Delta l, x + \Delta x, y + \Delta y, x_1 + \Delta x_1, x_2 + \Delta x_2, x_3 + \Delta x_3, x_4 + \Delta x_4, x_5 + \Delta x_5)$, 一并带动其两侧的线发生变化,形成了一个新的虚拟区域平面 Λ , 系统将该区域的变化特性 $V'(\Delta l, \Delta x, \Delta y, \Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3, \Delta x_4, \Delta x_5)$ 暂存于暂存库中,记录并利用 ObjectARX 技术读取出来,显示在屏幕上,供编制者参照相应的约束条件进行下一步调整,逐步逼近该点的最优值(即与实际情况更加符合,与需求目标更加接近),该节点(Vertex)学习过程结束。

此方法中矿岩分界线成为调节品位权值的一个约束,而境界线则成为开采区域的约束之一,同时也要保持分层进度的合理性,即下层与上层的开采线间应当留出足够的作业平台。

按照上述方法,教育下一个节点,与此同时,程序将不同节点的学习成果加以综合处理,将综合品位、总矿量等相关的数据更新显示出来,用户可以根据这个值人为地判定出其最终结果是否符合实际要求,通过不断调整,最终达到目标要求。

系统接受“终止编制”命令,编制终止,生成更新了的报表。其效果图如图 3 所示。

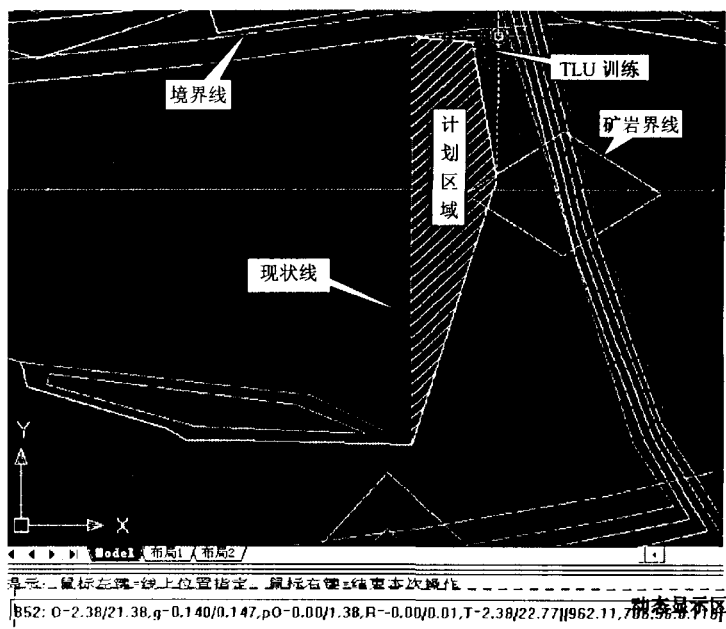


图 3 矿山 CAD 计划系统动态效果图

4 结 论

文中所提出的方法能够动态地将现实数据在 CAD 平台中及时地呈现给计划编制者,使计划编制人员有据可依,这是本系统的一大特色。

基于神经元学习理论的 CAD 生产计划系统在洛钼集团矿山公司和金堆城钼业公司矿山规划的实践应用中发现:该方法能够将神经元学习机制引入到露天矿山生产计划编制过程中,使一向让人望而生畏的作业计划编制成为了一个智能化的过程,操作者人为判断的因素大大减少,可操作性大大加强。以前,一个年度、季度、月计划的编制需要大量的技术人员进行加班加点,现在只需坐在计算机前几个小时就可以排定一个年度作业量计划,极大地提高了作业效率,从而使技术人员从繁重的计算绘图中解放出来。

但是,该系统仍然不能摆脱人为判断,而且所得到的方案,经常是局部最优方案,故而,加强其学习功能,更多地减少人为因素,使约束后的方案更加贴近最优方案,就是今后研究的新目标。

参考文献:

- [1] 郝 昂、徐惠芳、史维峰,等. 博士 CAD 系统界面设计理论

(下转第 236 页)

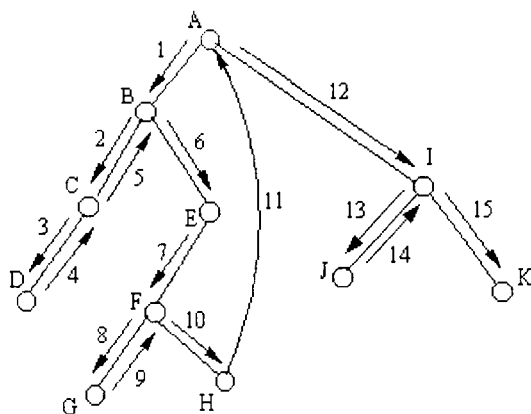


图 2 一个用户访问路径图

此例的分析如下,用户的访问路径的时序集合为:
 $\{(A,B), (B,C), (C,D), (D,C), (C,B), (B,E), (E,F), (F,G), (G,F), (F,H), (H,A), (A,I), (I,J), (J,I), (I,K)\}$ 。当第四步从 D 到 C 出现第一次回退,产生第一个最大前向参考 ABCD。因为继续回退,就从上一层(AB)开始寻找新的最大前向参考。可以看到,第九步回退产生第二个最大前向参考 ABEFG。以此类推,可以找到这个用户的所有前向参考 ABEFH, AIJ, AIK。

最大前向参考算法,过滤了回退所代表的客户访问模式,集中讨论前行访问模式来挖掘有趣的访问模式。

获得了所有用户的最大前向参考之后,就可以使用完全扫描算法(FS 算法)求解最大参考序列。如基于 DHP 的完全扫描法,每一次用 FS 算法对数据库的扫描和整理,都会减小下一次的扫描量,提高了扫描的效率。在此主要讨论最大前向参考路径的算法。

4 模式分析

对挖掘出的知识模型进行分析解释,讨论比较评价指标,从而推荐一个高效的营销管理模式,推动电子商务向个性化和智能化发展。

当前,有些系统为获得最高的正确率而不断进行优化,而实际上,市场的变化是如此之快,任何预测模型都不可能一直是正确的。也许,当数据本身因为数据的复制和转移而被破坏时,系统的设计者却在为提高一点利润而考虑系统的正确率,也可能商业模型定义的不好,尽管模型的预测能力强,但预测的商业方向不对。为了避免上述情况的发生,全面地衡量 Web 挖掘,应该从以下 3 个方面来考虑:

(1)正确率。Web 挖掘工具产生的模型必须尽可能正确。但要认识到,不同技术之间正确率的差别可能是因为随机取样的方法不同造成的,也可能是应用模型的市场本身隐藏的某些动态特征造成的。

(2)可解释性。Web 挖掘工具必须能够清楚地向最终用户解释模型是如何发现知识的,并且这些知识和常识应该很容易被测试和确证。它还要能够用清晰的方式解释利润或投资回收率的计算。

(3)集成度。Web 挖掘工具必须与当前的商业过程以及公司内部的数据和信息流相结合。如果要对数据进行复制和大量的预处理,产生错误的地方可能就比较多。如果各个过程紧密地结合在一起,产生错误的可能性就小得多。当满足这 3 个指标时,Web 挖掘工具产生的获取高额利润的模型就可能在比较长的一段时间内保持稳定。

5 结束语

探讨了电子商务中的 Web 挖掘技术,并具体使用了序列模式加分类模式。所提出的算法可使得 Web 信息服务提供者,根据用户网络浏览行为正确把握其兴趣所在并可动态地对其行为进行预测,根据这些个性化信息调整 Web 信息资源的组织方式,最大效率地为用户提供方便快捷且实用的个性化服务,不仅实现了“一对一”的个性化电子商务服务,同时也利用分类对客户群体进行了划分,从而照顾了商家的利益,使得数据挖掘切实起到了扩大营销、提供销售策略的目的。

参考文献:

- [1] 方美琪. 电子商务概论[M]. 北京:清华大学出版社, 1999. 86-107.
- [2] Balabanovic M. An Adaptive Web Page Recommendation Service[A]. In: 1st International Conference on Autonomous Agents[C]. Marina del Rey: [s. n.], 1997.
- [3] 韩家伟, 孟小峰. Web 挖掘研究[J]. 计算机研究与发展, 2001, 38(4): 405-141.
- [4] 王书舟, 高中文. Web 使用挖掘技术在电子商务中的应用[J]. 微机发展, 2003, 13(12): 41-43.
- [5] 邢东山, 沈钧毅. Web 使用挖掘的数据采集[J]. 计算机工程, 2002, 28(1): 39-42.
- [6] 赵立江, 何钦铭. 一个个性化 Web 推荐系统的研究与实现[J]. 武汉理工大学学报, 2004, 28(5): 681-684.
- [7] 石 晶, 龚震宇, 袁杭萍. 基于 Web 使用挖掘的个性化服务系统[J]. 电子科技大学学报, 2002, 31(4): 400-403.

(上接第 232 页)

- 及实践[J]. 微机发展, 2005, 15(9): 13-15.
- [2] 康天增. 神经网络的原理和应用[J]. 机电设备, 1996(5): 33-36.
- [3] 陈建宏. 矿山工程界线的光滑方法与自动追踪算法研究[J]. 湖南科技大学学报(自然科学版), 2004(12): 6-7.

- [4] 尼尔森. 人工智能[M]. 郑和根译. 北京:机械工业出版社, 2003. 22-24.
- [5] 黎新懿, 赵景亮. 用 Visual LISP 开发 AutoCAD2004 应用程序[M]. 北京:科学出版社, 2003.