

24-27

TP387

神经网络计算机的现状与发展趋势

章锦文 马远良

(西北工业大学航海工程学院 西安710072)

摘

要

This paper summarizes the kinds of implementation method of neural network computer and their characteristics, specially discussing the virtual implementation method. The advantages of every method are also analyzed and at last the paper presents the development situation and direction of neurocomputer.

目前神经网络的应用已渗透到各个领域,并在模式识别、自适应滤波和信号处理、语音识别、图像处理、生物医学工程等方面取得了令人鼓舞的进展。神经网络的应用和发展将影响新一代计算机的设计原理,有可能为新一代计算机和人工智能开辟一条崭新的途径。本文拟就神经计算机的现状和发展趋势作一重点讨论,并介绍一些产品。

一、神经计算机的种类

神经计算机的实现主要有四种方法:①软件仿真实现,即在现有计算机上利用软件编程实现;②虚拟实现;③全硬件VLSI实现;④光实现。这四种方法的实现速度逐渐加快,以光器件为最快。软件仿真实现指利用编程的方法在现有的通用机上进行神经网络计算的方法。由于该方法速度慢、耗时多,不能适应实际应用场合的需要,所以仅用于神经网络的理论研究。全硬件实现是指物理上的处理单元和通讯通道与一个应用问题的神经网络模型中的神经元和连接一一对应,每一神经元及每一连接都有与之对应的物理器件。很显然,全硬件实现的优点是速度快,但全硬件实现中各处理单元之间的连接方式一般难以改变,因此全硬件方式往往在专用

神经网络计算机中采用,缺乏通用性、灵活性和可编程性。如果用 P 个物理单元去实现 N 个神经元组成的神经网络的计算,只要 $P < N$ 就称它为神经网络的虚拟实现。在虚拟实现中,若干个神经元要映射到一个物理处理单元,软件的采用增加了虚拟实现的通用性与灵活性。虚拟实现克服了纯软件模拟所产生的速度较慢的缺点,又改善了全硬件实现所缺乏的通用性,提高了效率,是目前研究很多、应用很广的一种实现手段。

二、软硬件及光实现方法的发展现状

1. 软件实现:国外已有几十家公司出售神经网络计算软件包。但软件模拟的速度太慢,在一些实际应用中(如图象处理、语音识别等)不能满足需要。典型的神经网络计算问题VAX11/780上模拟实现,一般需2-10小时,训练学习甚至要十几天。即使用巨型计算机如Cray,或现有的并行计算机也不能有效地模拟较大的神经网络,又浪费大量资源,所以软件模拟的方法是较初级的一种实现方法。目前已公开交流的模拟软件有:①罗彻斯特大学模拟器;②PC ANS模拟器(研制者:D. E. Rumelhart J. L. Mcellland)。

2. VLSI全硬件实现:VLSI技术的迅速

发展为实现神经网络提供了一条途径,VLSI神经网络计算机包括模拟和数字两种。模拟电路速度快、集成度高,但精度低,对噪音、温度敏感,因而制造较困难。按目前工艺水平,一片VLSI器件只包含几百个神经元,预计到本世纪末,每片最多包括几千个神经元(假定每个神经元有1000个突触)。全硬件实现时,若网络规模过大(>1000),则芯片内部神经元之间的连线数目将超过十万,布局布线问题很难解决,这就必须采用光器件技术。

用神经器件模拟人脑或器官需解决的关键问题是:①表示神经元结合强度的权值变化在工艺上如何实现;②随着神经元数目增加,神经元之间的连线数目急剧上升,从而引起了高密度连接问题;③提高器件速度和容错能力所必须的大规模并行问题。

目前神经器件的发展状况,以硅LSI器件为多,最新的器件如下:

①日本理光公司RN-100芯片,是世界上第一块具有内部学习功能的神经大规模芯片,它是根据脉冲密度调制原理工作的,这种调制类似于人脑使用的系统,芯片把数据存储在脑单元之间的连接图中。

②Bell实验室用于高速字符识别的模拟神经处理器。该器件以0.9微米的CMOS工艺实现,在 4.5×7 平方毫米面积上包含18万个晶体管,每片含4096个突触(如果为16个神经元,则每个元含256个突触;若为256个神经元,则每元含16个突触),状态精度为3比特,权精度6比特。输入输出速率每秒120兆比,计算速率每秒50亿次连接,构成一个64入、32隐、32出的网络时,平均性能为每秒8亿次连接。

③南加州大学及JPL用于自适应实时图象压缩的神经芯片。以2微米工艺在 4.6×6.8 平方毫米上以模拟与数字电路混合技术实现了神经网络矢量量化器。目前正在实现1微米工艺的1024个码矢量量化器芯片,所占面积125平方毫米,计算能力为每秒1040亿次连接。

3. 光学实现:光神经计算机的研究系指利用光物理学和光技术,研究神经网络的基本原理,并探讨采用光学器件或光电混合器件实现神经网络硬件系统的方法。与硅LSI神经计算机相比,光神经计算机具有以下三个重要特征:①光具有空间并行性,这点与完全并行的神经计算互相吻合;②光波的传播无交叉失真,传播容量大,具有高的通讯带宽;③有可能实现超高速运算。

目前需考虑的问题是:①同时利用TDM和FDM技术(时分及频分多路复用),实现超高速和大规模的光连接;②光神经计算机的学习算法及其收敛问题;③如何取得输出信号并分配到合适的光处理器件。对于虚拟光计算机来说,还需解决对全息技术编程控制等问题。光计算机的成本主要是机械支持及外部接口,总之对于光神经计算机的研究还不很成熟,很多问题有待解决。目前发展状况如下:

器件:Phisical Optics公司的大规模全息光神经网络,它还是一个实验装置,含有1024个神经元,用于模式识别。该公司将发展 256×256 个神经元的无源全息神经网络,它可存储2万个模式,在大约 6×6 英寸的全息板上可存储43亿个突触的权。

系统:89年日本三菱电气试制了光神经计算机,已能识别26个字母。

目前美、俄、日和西欧等都在从事光学计算的研究。美国从事光学(或光电)神经网络计算机研究的主要单位包括BDM公司、CALTECH CMU大学、HUGHES和海军实验室。

三、虚拟实现方法及其发展状况

虚拟实现技术的本质是利用可编程的并行处理结构,通过将模型映射到该结构上来实现神经运算的。其发展较快、应用较多。由于神经网络中存在着大量的并行性,使并行处理技术成为广泛采用的手段,并成为当今实现技术的主流。近几年国外推出了一些专门用于神经网络计算的计算机,这些产品

中多数采用了先进的数字信号处理或浮点流水线VLSI器件,如Weitek XL或TMS320等,而且相当一部分是作为PC机、工作站或小型机的协处理机,用过程调用方式调用神经网络部件。虚拟实现的神经计算机主要可分为:协处理机、并行处理机阵列及现有的并行计算机等。目前已有多种产品或系统问世,它们各有特点,技术日趋成熟。这些系统不但能仿真具有大量神经元的网络,而且速度很快,有些已能达到实时处理的要求。下面举几个例子:

1、MARK V 神经计算机 (研制者: TRW公司)

主要性能特征:用M68020作主处理器,带有1—16个从处理器,用M68020、M68881和Weitek乘法器/ALU,带4MB RAM,速度分别为16MIPS (16个处理器)和11.5 MIPS (8个处理器),用VME与microvax接口。软件系统包括:TRW神经网络系统环境,MARK V实时监控程序,MARK V主处理器和从处理器软件。该计算机由DARPA资助。

2、GAPP系统

GAPP是一个网格连接的SYSTOLIC阵列,在一个芯片上有72个处理单元,并带有128位的RAM,它主要用来进行图像处理,其时钟频率为10 MHz。Brown等已经用GAPP来实现BP算法。他们使用定点数,用十位精度表示作用函数,用十五位表示权值,同时利用了权值和结点的并行性。而Barash和Eshera也利用GAPP来实现BP算法,他们使用一种循环通讯方式并利用了权和节点的并行性,预计获得的速度为300MCUPS。

3、GF11

GF11是由IBM建造的SIMD机,它有566个处理单元,时钟为20MHz,峰值速度为11GFLOPS。该机用C语言编程,可调用专用的程序段。各个处理单元有两个浮点加法器,两个浮点乘法器和一个定点单元。Witbrock等利用该机来实现BP算法,获得

了900MCUPS的速度(使用356个处理器)。

4、基于TRANSPUTER的系统

Hodges等使用了16个TRANSPUTER构造了一个系统,并采用环状通讯方式,获得了2.7MCUPS的速度。

5、基于DSP的系统

富士通的Kato等利用信号处理器来进行计算,并采用简单的环状通讯结构,共用256个TMS320C30,预计速度(针对BP网)可达500MCUPS以上。

由加利福尼亚的ICSI构造的RAP系统是一个用于多层网计算的多DSP系统,各个处理单元由TMS320C30构成,相互经总线接口连接成一个环状网络,由4个DSP组成的系统速度为13.2MCUPS,16个DSP系统可达46MCUPS。

索尼公司的Hiraiwa等构造了一个神经网络计算机GCN,其中各个处理单元由i860,两个FIFO和4M byte的RAM组成,各个处理单元连成一个二维网格,神经网络算法映射到该结构上。在一个方向上利用了节点并行性,在另一方向上利用了训练集的并行性。若用128个处理单元,频率为50MHz来实现BP算法,速度将超过1GCUPS(相对 $256 \times 80 \times 32$ 网络来说)。

由Texas仪器公司制造的TOPSI,其各个处理单元由TMS320C40和一个32位的MC68040以及相应的通讯部件组成,有两种互补的通讯结构:一种是可重构的元内网,另一种是用于广播信息的总线。而实现Hopfield和BP网时只用到总线通讯方式,它可获得的最大速度为150MCUPS(针对BP网,100个处理单元来说)或1.4GCUPS(针对1000个处理单元)。

四、存在的问题及今后的发展方向

神经计算机面临的问题是:

- 对人脑神经网络的机理认识不足;
- 缺乏一致的ANS系统的设计与实现技术;
- 网络上的知识表示问题;

5

软件工程

软件开发

计算机科学1993Vol.20No.

27-33

软件项目开发风范

TP311.5

袁中凡

(北京航空航天大学计算机系 北京100083)

摘要

This paper discusses these current software development paradigms, traditional Waterfall paradigm, prototype paradigm, spiral paradigm and AGT paradigm. With the development of the software industry, the defects of the traditional paradigm have been exposed. So prototype paradigm was presented, and it makes the requirement more clear, but it still can't meet the needs of large-scale software development. Based on the prototype, risk analysis was added in the spiral paradigm, which makes the management more difficult. AGT adopts the idea of automated software development, but we still lack of the support software, and it was limited to be used in some area.

1 引言

众所周知,软件工程首先涉及软件开发风范,风范勾画了各项软件活动的“样式”。然后是每种活动的方法,方法提供了“如何做”的技术,通常还涉及表示法(语言的、图形的)和该项活动的质量准则。有了方法则研制实现各软件活动的工具,它为方法提供

自动或半自动的支持。系统的、集成的工具集就构成软件开发环境。此外,规程(或规范procedure)合理地订出方法和工具运用次序,以确保软件质量符合标准,使管理人能控制软件的活动。方法、工具、规程按模型的组合与实施也就是软件工程风范(paradigm)。

· 高效的学习及训练算法问题。逆传播算法在用VLSI实现时有一定的限制,因为局部值的调整需要非局部信息,因而需全局控制;

· 大量神经元显现的统计及混沌问题。

发展方向及趋势:一是利用生物神经细胞试制名符其实的人造脑;另一方面是在硬件和软件上下工夫,通过仿效人脑使计算机具有人脑功能,第六代计算机就是要在在此基础上完成。另外,日本理光公司将推出不用软件的神经计算机,其速度比最大型的巨型机还快,高达128MCPS,非常适于要求实时高速处理的应用中。

从总体上来说,神经网络计算机将来最

大且最重要的任务是发展一种神经处理系统,该系统由大量的互相协调工作的神经模块组成,各个模块应能实现不同的网络结构并协调高速地运行,尤其应考虑模块之间及系统与外界的互相通讯、动作的问题,这是一个关键。另外MIMD类机更适合复杂的运算,最好是发展成为MIMSIMD类机以适应实时处理的需要。

总之,神经计算机以其并行信息处理和自组织化的能力,使其应用范围扩展到冯·诺依曼计算机和传统人工智能技术极感困难的领域,具有很大前途。(参考文献共11篇略)