Hopfield在计算机编程中的应用与研究

周爱武,夏 松
(安徽大学 计算机科学与技术学院,安徽 合肥 230039)

摘 要:Hopfield网络,又称联想记忆网络。文中根据Hopfield神经网络构造一个应用于计算机代码编程中的联想存储器。联想记忆是该存储器的重要功能,它具有信息记忆和信息联想的特点,能够从不完整的或模糊的信息联想出存储在记忆中的某个完整清晰的信息模式。根据这一原理,用Hopfield联想存储器知识和eclipse插件机制来搭建嵌入在eclipse开发工具中一个知识可拓展的动态帮助插件,实现根据残缺不全的java代码联想到完整的java代码的功能,并进一步阐述Hopfield神经网络在计算机代码编程中的应用前景和发展方向。

关键词:Hopfield反馈网络;联想存储器;插件编程;动态帮助插件
中图分类号:TP311 **文献标识码**:A **文章编号**:1673-629X(2010)03-0052-04

Application and Research on Hopfield in Computer Programming

ZHOU Ai-wu, XIA Song
(College of Computer Science and Technology, Anhui University, Hefei 230039, China)

Abstract: Hopfield network is also known as associative memory networks. Based on a Hopfield neural network structure used in computer programming code the associative memory. Associative memory is the important functions of this memory. It is able to associate a clear message model integrity from incomplete or vague information. According to this principle, Hopfield associative memory with the knowledge and eclipse plug-in mechanism are to set up development tools eclipse embedded in a dynamic knowledge to help develop plug-ins. Incomplete realization of the java code to complete the functionality of the code of java. Further elaborate in Hopfield neural network in the computer code of application programming and development.

Key words: Hopfield feedback network; associative memory; programming plug; dynamic help plug

0 引 言

作为神经网络理论模型和学习算法中占重要地位的Hopfield反馈神经网络模型的提出,使人工神经网络研究与应用出现了欣欣向荣的景象。Hopfield网络又称为全互连反馈网络,即在该网络中,各个神经元之间均相互连接,且神经元之间的连接是双向的[1]。研究表明,当连接权矩阵无自连接及具有对称性质时,网络是收敛的。它是一种具有记忆功能的反馈型神经网络,其中学习和识别过程可以分别地独立进行。Hopfield网络属于联想式学习中的自联想模式。自联想记忆问题可描述成:先提供许多范例。每一个范例有一个特征向量,使网络记忆这些特征向量:若再输入受污染(有杂讯)的模式或新的范例,网络就能"联想"起与其最相近的模式。因此,为求解这个问题,只需设计一个能量函数,当网络联想出的特征向量越接近所记忆的训练范例特征向量之一时,此能量函数取得最小值。可以根据Hopfield神经网络特有的记忆功能及识别能力,将其应用到计算机代码编程中[2]。

其中联想存储器是Hopfield反馈神经网络应用最早也最广泛的领域之一,例如感知器、文字识别等,都是Hopfield反馈神经网络应用于联想存储器的例子。Hopfield反馈神经网络模型在联想记忆、函数优化、模式识别等相关领域取得了重大应用,其中联想记忆是Hopfield神经网络的重要研究方向之一。联想记忆能够从不完整的或模糊的信息中联想出存储在记忆中的某个完整清晰的信息模式。记忆是联想的基础,联想是记忆的关联[3]。联想记忆的信息存储不是像传统计算机那样通过存储器的地址来实现,而是由信息本身的内容来实现的。它是一种按内容存取记忆模式。比如由一首歌曲的一部分联想到整个曲子,根据模糊不清的字认出它的正确内容,都是属于这种模式[4]。在神经网络中这种模式被叫做自联想模式。文中就是用这一自联想模式实现根据残缺不全的java代码联想到

收稿日期:2009-06-13;**修回日期**:2009-09-20
基金项目:安徽省自然科学基金项目(070412051)
作者简介:周爱武(1967-),女,安徽人,博士生导师,研究方向为数据库与WEB技术方向。

完整的 java 代码的功能,作为对 Hopfield 网络应用到计算机代码编程中的探索。

1　代码编程帮助的问题与解决

代码编程是件很繁琐的事情,好在有了越来越强大的编程工具。如 IBM 针对 Java 语言的 Eclipse 开发工具,微软针对 C#、C++、VB 等语言的 Visual Studio 开发工具等。这些计算机编程工具给程序员提供了良好的开发工具和环境。但是智能化程度却不够,都是在事先把工具的帮助功能写死在开发工具中,如果出现了新的情况这种强大的开发工具就会无动于衷。

对于 Eclipse 来说它本身自带的帮助和搜索功能来说就是一个明显的例子。帮助文档是事先写入的文档,不能扩展,如果有新文档也不能添加到帮助中。大多程序员不得不到谷歌或百度中去搜索,搜索得到的文档也不能保存到 Eclipse 中供下次参看,保存到本地硬盘后常常出现遗失或忘记的情况。另一方面是 Eclipse 的搜索功能比较单一,采用的是模糊查找。很多情况并不是模糊查询能解决的,比如程序员对 google 这个单词记不太清,按照记忆输入 geogle 而又希望得到正确结果。模糊查询方式显然不行,但是通过 Hopfield 神经网络构造的算法就会找到 google,因为在联想存储器中的 google 和程序员输入的 geogle 最为相似,也就是说 Hopfield 神经网络通过联想记忆会找到和输入单词最接近的记忆。图 1 是联想记忆系统样式图。

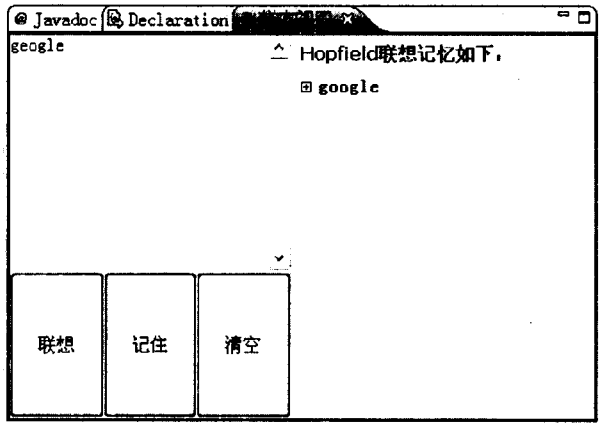

图 1　联想记忆系统样式图

又比如说程序员想找到一段双重 for 循环的代码:

```
for (int y = 0; y < PatternY; y++) {
for (int x = 0;x < PatternX; x++) {
System.out.println("联想记忆");
}
}
```

如果简单用 for 作为关键字查找会找到几万个包含 for 的代码,失去了查找的意义。但是程序员根据以前的对代码的记忆可能会写出不准确或残缺的代码:

```
for (int i = 0; i < Y; i++) {
for (int j = 0; j < X; j++) {
}
}
```

通过观察看到程序员回忆的残缺记忆和存储的代码很神似,但是又不太相同。通过 Hopfield 神经网络模型的关联记忆特性,构造一个这样的关联存储器,它能够根据上面给出的不准确或残缺的代码信息,和自己的代码样本库比较,当神经系统得到足够多的代码记忆信息,通过联想记忆回想到完整的代码信息。

2　工作原理及实现步骤

2.1　工作原理

采用向量形式来表示存储代码的记忆模式,该模式是网络能量函数的局部最小点。对于某一给定的存储模式,它与样本库中的存储模式相似,就会按照动力学的能量函数取局部最小点来趋近于该样本库中的相似存储模式。因为用向量 $\boldsymbol{p}$ 表示一个存储于联想记忆样本库的给定模式,用向量 $\boldsymbol{x}$ 表示用户给出的模式,当 $\mathrm{d}\boldsymbol{x}$ 足够小,通过 $\boldsymbol{x}=\boldsymbol{p}+\mathrm{d}\boldsymbol{x}$ 可以得到相应的 $\boldsymbol{p}$ 模式[5]。所以要将每个期望模式存储为向量形式,并为网络的渐进稳定平衡点,使得能量函数在该模式下处于局部最小值,同时要控制存储模式吸引域的范围。

2.2　数学描述

构造一个 Hopfield 神经网络,设计内容包括 DHN(离散型 Hopfield 网络)神经元的数量、DHN 神经元的阀值、DHN 神经元的联结强度值[6]。

N 阶 Hopfield 网络 ncm(N) DHN=$<\boldsymbol{W},\boldsymbol{b}>$,其中 $\boldsymbol{W}$ 为 DHN 神经元的联结关系,$\boldsymbol{b}$ 为其激发阈值。基于给定的知识集 K(N) DHN=$\{o(s)\in\{-1,+1\}N*1\mid s=1,2,\cdots,PN\}$,通过计算或调节 ncm(N) DHN 中 DHN 神经元的阈值向量 $\boldsymbol{b}$ 和权值矩阵 $\boldsymbol{W}$,使知识集 K(N) DHN 中的学习模式 o(s)(s=1,2,…,PN)成为 ncm(N) DHN 的稳定状态。

2.3　联想记忆程序流程图和步骤描述

联想记忆程序流程图如图 2 所示。

程序的主要步骤和思想是:

步骤一:记忆。

对权值 $\boldsymbol{W}$ 进行调整。

$$w_{ij}=\sum_{s=1}^{M}x_{si}x_{sj},i\neq j$$

而当 $i = j$ 时候 $w_{ij} = 0$。

其中 w_{ij} 是表示神经元 j 与神经元 i 之间的连接权值。X_{si} 表示第 s 个待记忆模式的第 i 个分量或特征。

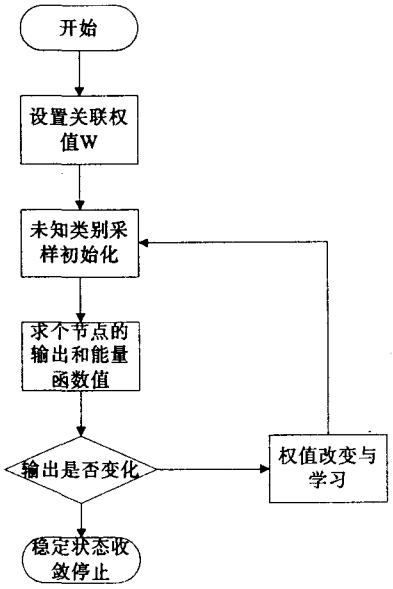

图 2 联想记忆程序流程图

步骤二:回忆。

给定一个待回忆模式 $\boldsymbol{X} = (x_1, x_2, \cdots, x_n)^{\mathrm{T}} \in \{-1,1\}^n$,其中 T 表示矩阵的转置。这个就是系统的初始状态,即是 0 时刻时的输出:$x_i(0) = x_i, i = 1,2,\cdots,n$。

其中 $x_i(t)$ 表示第 i 个神经元 t 时刻的输出。

步骤三:系统动态地从初始状态开始收敛到一稳定状态。

这一神经元状态的改变采用的是异步更新模式,即在任意时刻从所有神经元中按一定规律或随机选择一个神经元更新其状态,而保持其他神经元在该时刻不变,数学描述为:

$$x_i(t+1) = \mathrm{sgn}\left(\sum_{j=1}^{n} w_{ij} x_j(t)\right), i = 1,2,\cdots,n$$

其中 sgn() 为激活函数,

$$\mathrm{sgn}(y_{ki}) = \varphi(v_k) = \begin{cases} 1, \text{如果 } v_k \geqslant 0 \\ -1, \text{如果 } v_k < 0 \end{cases}$$

$$v_k = \sum_{j=1}^{m} x_j w_{kj} - \theta_k$$

其中,x_j 为模式 $\boldsymbol{X}$ 的第 j 个分量,w_{kj} 是第 k 个神经元的第 j 个权值,v_k 和 θ_k 分别是该神经元的输入信号流和阈值。

所以可以考虑使用 Hopfield 联想存储器实现可拓展的代码检错、编程提示、动态帮助以及程序结构和性能的优化。一般强大的编程开发工具如 eclipse 和 Visual Studio 都提供了可扩展的插件接口,这使得用插件形式构造的 Hopfield 联想存储器系统可以很方便地嵌入到编程开发工具中。

3 算法实例

下面是用 Hopfield 联想存储器知识和 eclipse 插件机制来搭建嵌入在 eclipse 开发工具中一个可拓展的动态帮助插件[7]。这个动态帮助插件的项目类图如图 3 所示。

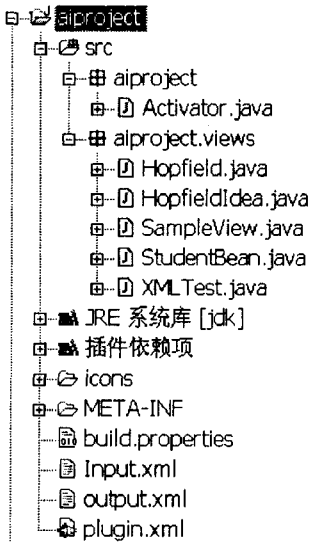

图 3 动态帮助插件的项目类图

其中 Hopfield.java 和 HopfieldIdea.java 是核心类。

3.1 运行效果

插件的运行样式如图 4 所示。

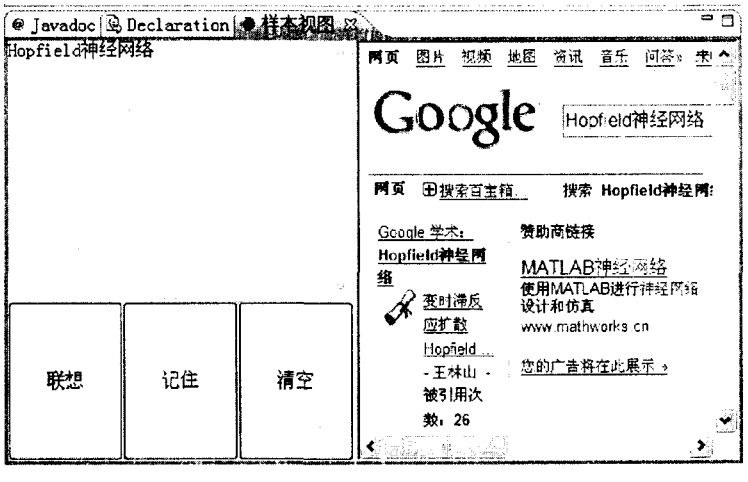

图 4 插件运行样式

这个插件是嵌入到 eclipse 中的,所以可以在 eclipse 中方便地调用,同时保持和 eclipse 整体风格一致[8]。当 Hopfield 本地记忆没有联系到任何信息时候,就会打开如图 4 所示的 google 查找相应信息。

可以看到在左边框中输入 geogle 单击联想,Hop-

field 神经网络就会找到 google,也就是说 Hopfield 神经网络有很强的纠错能力。它会找到和输入单词最接近的记忆[9]。

再举一个简单的例子并说明后台运行原理:

首先让 Hopfield 神经网络记忆如下单词:ccc、bbc、bba,如果输入的是 abc,那么通过肉眼比较可以看出 bbc 和输入的 abc 最相似,其次相似的是 bba 和 ccc。通过 Hopfield 神经网络的联想记忆也可以得到相同结论,如图 5 所示。

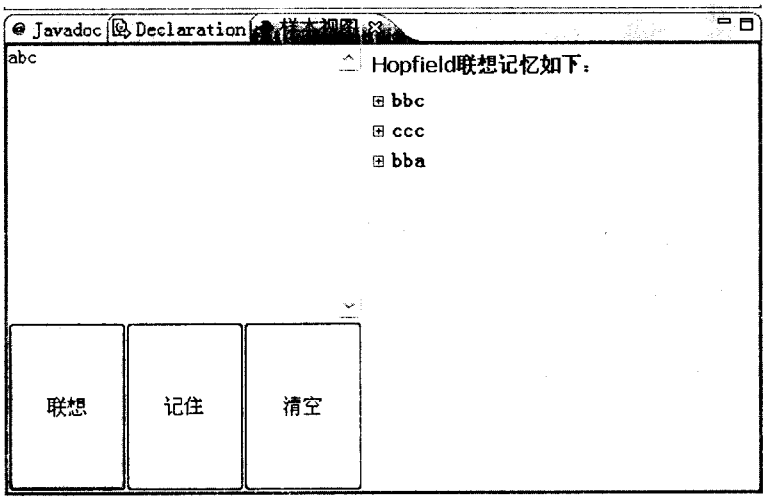

图 5　Hopfield 神经网络的联想记忆

可以看出 Hopfield 神经网络的联想记忆会根据用户的输入找到它最相似的结果。

3.2　运行原理

算法运行原理如下:

用户输入的 abc 可以先转换为二进制如 a 的二进制表示为 1100001,整个字符串可以用 1 和 0 的矩阵表示。

abc 表示如下:　　把 bbc、bba 和 ccc 也表示为:

$$\begin{bmatrix}1&1&1\\1&1&1\\0&0&0\\0&0&0\\0&0&0\\0&1&1\\1&0&1\end{bmatrix}\quad\begin{bmatrix}1&1&1\\1&1&1\\0&0&0\\0&0&0\\0&0&0\\1&1&1\\0&0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1&1&1\\1&1&1\\0&0&0\\0&0&0\\0&0&0\\1&1&0\\0&0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1&1&1\\1&1&1\\0&0&0\\0&0&0\\0&0&0\\1&1&1\\1&1&1\end{bmatrix}$$

可以看出 bbc 和用户给的 abc 的矩阵也最接近。通过 Hopfield 神经网络算法就会发现 abc 会最快的逼近到 bbc,那么 bbc 就是最相似的解。

4　结束语

文中介绍了用 Hopfield 联想存储器知识和 eclipse 插件机制来搭建嵌入在 eclipse 开发工具中一个知识可拓展的动态帮助插件,实现根据残缺不全的 java 代码联想到完整的 java 代码的功能,能够给程序员编程带来极大的方便,其在计算机代码编程中有着良好的应用前景和发展方向。

下步笔者会努力做进一步的探索和实践。

参考文献:

[1] 高行山,叶天麒. CPN 神经网络在结构识别中的应用[J]. 微机发展(现更名:计算机技术与发展),1999,9(2):28－29.

[2] 徐耀群,包　丹,甲继承. 一种联想记忆网络研究[J]. 哈尔滨商业大学学报:自然科学版,2008,24(1):77－80.

[3] 姜国均. Hopfield 网络解 TSP 的改进算法[J]. 浙江大学学报:理学版,2001,28(2):160－163.

[4] Cao Jinde. Global exponential stability of Hopfield neural networks[J]. Internat J Systems Sci,2001,32:233－236.

[5] Talavan P M,Javier. Parameter setting of the Hopfield network applied to TSP[J]. Neural Networks,2002,15:363－373.

[6] Hopfield J J. Neural networks and physical systems with emer-gent collect computafional abilities[J]. Proc Nail Acad Sci,1982,79(8):2554－2558.

[7] Rehn M,Sommer F T. Storing and restoring visual input with collaborative rank coding and associative memory[J]. Neurocomputing,2006,69:1219－1223.

[8] 荣秋生,潘梅森,颜君彪. 基于 Hopfield 神经网络的图象矢量量化[J]. 微计算机信息,2007(2－3):301－302.

[9] 钟守铭,杨　烨. Hopfield 型神经网络 k－全局稳定性[J]. 电子科技大学学报,1995,24(6):647－651.

(上接第 51 页)

[5] 贾　磊,张新有,李　娜. 基于 JXTA 模块的 P2P 应用研究[J]. 计算机技术与发展,2009,19(5):238－241.

[6] Liang Y D,Brasky B A. A New Concept and Method for LineClipping[J]. ACM Transactions on Graphics,1984,3(1):21－22.

[7] 罗　熹. P2P 技术的应用与安全[J]. 中国科技信息,2008,17(6):6－8.

[8] Druschel P,Rowstron A. PAST:A large－scale,persistent peer－to－peer storage utility[C]//HotOS VI,Schoss Elmau,Germany:[s. n.],2001:23－24.