

双向联想可行条件研究

巫晓琳¹, 余立建¹, 涂建平²

(1. 西南交通大学 计算机与通信工程学院, 四川 成都 610031;

2. 江苏自动化研究所, 江苏 连云港 222006)

摘 要:以人脑为代表的生物高级智能的一个重要特征,就是处理模糊信息的能力。人们常常从部分的非精确信息,回忆起全部的确切信息来。双向联想可以模仿人脑的模糊联想的功能。文中采用模糊矩阵合成的运算方法对双向联想的可行条件进行了探讨,推导出了单模式的充要条件,提出了解决多模式双向联想可行条件的方法。采用模糊极小极大合成运算的方法进行联想运算时,对于单模式的情况,可以得到简单有效的判断依据;但对于两个甚至于多个的情况,只能推导出一些必要条件:如模式对 (A, B) 的同行的最大元素必须相等。

关键词:双向联想;权矩阵;极小极大

中图分类号:TP18

文献标识码:A

文章编号:1005-3751(2006)03-0042-03

A Study of Bidirection Association's Feasible Condition

WU Xiao-lin¹, YU Li-jian¹, TU Jian-ping²

(1. School of Computer and Comm. Eng., Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;

2. Jiangsu Automation Research Institute, Lianyungang 222006, China)

Abstract: The important characteristic of advanced intelligence of biology which is delegated by cerebrum is the ability to deal with fuzzy information. People often get the full information from the part and imprecise information. Bidirection association could simulate cerebrum's function of fuzzy association. Using fuzzy matrix compound computation, this paper studies feasible conditions in bidirection association, deduces single mode's sufficient conditions, some conclusions of bidirection association's feasible conditions are presented. Using the Fuzzy Min-Max compound computation, for the single mode, could get simple and effective criterion, but for the two and the more modes, could only induce some necessary conditions; for example, in the mode (A, B) , the biggest element in one row of the matrix A must be equal to the biggest element in the same row of the matrix B .

Key words: bidirection association; connected matrix; minimax

0 引言

人类的智能来源于思维。与联想能力密切相关的是灵感思维。有无联想记忆功能是人类大脑和现有电脑的主要区别,在人工智能和人工神经网络的研究中,联想记忆机制及其实现一直是受到广大学者关注的热点^[1~3]。采用双向联想可以实现模糊信息的处理,要实现双向联想需要作出某些限制。下面对如何实现双向联想的可行条件进行探讨。

1 单模式双向联想可行的条件

设模糊(输入,输出)模式对 (A, B) 为 $A = [a_1 a_2 \cdots a_p]$, $B = [b_1 b_2 \cdots b_q]$,模糊联想记忆的权矩阵 $W = [w_{ij}]_{p \times q}$, $W = A^T \cdot B$ 。此处及后面所有的“ \cdot ”均表示

模糊数极小极大运算“ $\wedge - \vee$ ”^[4]。

1.1 单模式正向联想可行的条件

已知条件 $A \cdot W = B$

因 $W = A^T \cdot B$,

则 $A \cdot W = A \cdot (A^T \cdot B) = (A \cdot A^T) \cdot B$

$= [\bigvee_{i=1, \dots, p} a_i] \cdot B$

令 $a = \bigvee_{i=1, \dots, p} a_i$, 则 $A \cdot W = [a] \cdot B =$

$[\bigvee (a \wedge b_1) \bigvee (a \wedge b_2) \cdots \bigvee (a \wedge b_q)] =$

$[(a \wedge b_1) (a \wedge b_2) \cdots (a \wedge b_q)]$

因 $A \cdot W = B$, 则 $[(a \wedge b_1) (a \wedge b_2) \cdots (a \wedge b_q)] =$

$[b_1 b_2 \cdots b_q]$

因 $a \wedge b_1 = b_1, a \wedge b_2 = b_2, \dots, a \wedge b_q = b_q$

则 $a \geq b_1, a \geq b_2, \dots, a \geq b_q$, 将 a 用 $\bigvee_{i=1, \dots, p} a_i$ 换回, 得到

正向联想可行的条件:

$$\bigvee_{i=1, \dots, p} a_i \geq \bigvee_{j=1, \dots, q} b_j \quad (1)$$

1.2 单模式反向联想可行的条件

推导反向联想可行的条件时,将模糊(输入,输出)模

收稿日期:2005-06-26

作者简介:巫晓琳(1977—),女,四川成都人,硕士研究生,研究方向为嵌入式系统;余立建,硕士生导师,研究方向为计算机通信、计算机测量与控制、通信与测控。

式对 (A, B) 中的 B 作为输入, A 作为输出,用同样的方法可以得到反向联想可行的条件:

$$\bigvee_{j=1, \dots, q} b_j \geq \bigvee_{i=1, \dots, p} a_i \quad (2)$$

综合式(1)和式(2),得出单模式双向联想可行的条件是 $\bigvee_{j=1, \dots, q} b_j = \bigvee_{i=1, \dots, p} a_i$

2 两个[输入,输出]模式双向联想可行的条件

设模糊(输入,输出)模式对 (A, B) 为:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix},$$

模糊联想记忆的权矩阵为:

$$W = [w_{ij}]_{p \times q}, W = A^T \circ B.$$

2.1 两个[输入,输出]模式正向联想可行的条件

已知条件: $A \circ W = B$

因 $W = A^T \circ B$,

则 $A \circ W = A \circ (A^T \circ B) = (A \circ A^T) \circ B$

因 $A \circ A^T = (A \circ A^T)^T$,

则 $A \circ A^T$ 是对称矩阵。

$$A \circ A^T = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{bmatrix}^T,$$

令 $C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} = A \circ A^T$, 则:

$$\begin{cases} c_{11} = a_{11} \vee a_{12} \vee a_{13} \\ c_{21} = c_{12} = [(a_{11} \wedge a_{21}) \vee (a_{12} \wedge a_{22}) \vee (a_{13} \wedge a_{23})] \\ c_{22} = a_{21} \vee a_{22} \vee a_{23} \end{cases}$$

因 $A \circ W = B$,

则 $A \circ W = A \circ (A^T \circ B) = (A \circ A^T) \circ B =$

$$\begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} (c_{11} \wedge b_{11}) \vee (c_{12} \wedge b_{21}) & (c_{11} \wedge b_{12}) \vee (c_{12} \wedge b_{22}) \\ (c_{21} \wedge b_{11}) \vee (c_{22} \wedge b_{21}) & (c_{21} \wedge b_{12}) \vee (c_{22} \wedge b_{22}) \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}, \text{ 所以}$$

$$\begin{cases} (c_{11} \wedge b_{11}) \vee (c_{12} \wedge b_{21}) = b_{11} \Rightarrow \begin{cases} b_{11} \leq c_{11} \\ b_{11} \geq (c_{12} \wedge b_{21}) \end{cases} \\ (c_{11} \wedge b_{12}) \vee (c_{12} \wedge b_{22}) = b_{12} \Rightarrow \begin{cases} b_{12} \leq c_{11} \\ b_{12} \geq (c_{12} \wedge b_{22}) \end{cases} \\ (c_{21} \wedge b_{11}) \vee (c_{22} \wedge b_{21}) = b_{21} \Rightarrow \begin{cases} b_{21} \leq c_{22} \\ b_{21} \geq (c_{21} \wedge b_{11}) \end{cases} \\ (c_{21} \wedge b_{12}) \vee (c_{22} \wedge b_{22}) = b_{22} \Rightarrow \begin{cases} b_{22} \leq c_{22} \\ b_{22} \geq (c_{21} \wedge b_{12}) \end{cases} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} c_{11} \geq b_{11} \geq (c_{12} \wedge b_{21}) \\ c_{11} \geq b_{12} \geq (c_{12} \wedge b_{22}) \\ c_{22} \geq b_{21} \geq (c_{21} \wedge b_{11}) \\ c_{22} \geq b_{22} \geq (c_{21} \wedge b_{12}) \end{cases} \quad (3)$$

式(3)即为两个[输入,输出]模式正向联想可行的条件。

2.2 两个[输入,输出]模式反向联想可行的条件

推导反向联想可行的条件时,将模糊(输入,输出)模式对 (A, B) 中的 B 作为输入, A 作为输出,令模糊联想记忆的权矩阵 $W' = [w'_{ij}]_{q \times p}$, $W' = B^T \circ A$ 。同理得到:

$$\begin{cases} d_{11} \geq a_{11} \geq (d_{12} \wedge a_{21}) \\ d_{11} \geq a_{12} \geq (d_{12} \wedge a_{22}) \\ d_{11} \geq a_{13} \geq (d_{12} \wedge a_{23}) \\ d_{22} \geq a_{21} \geq (d_{21} \wedge a_{11}) \\ d_{22} \geq a_{22} \geq (d_{21} \wedge a_{12}) \\ d_{22} \geq a_{23} \geq (d_{21} \wedge a_{13}) \end{cases} \quad (4)$$

式(4)即为两个[输入,输出]模式反向联想可行的条件。

联立式(3)和式(4),即两个[输入,输出]模式反向联想可行的条件。根据式(3)和式(4)可以得出一个必要条件:模式对 (A, B) 的同行的最大元素必须相等。

3 多[输入,输出]模式双向联想可行条件

设模糊(输入,输出)模式对 (A, B) ,模糊联想记忆的权矩阵 $W = [w_{ij}]_{q \times p}$, $W = A^T \circ B$ 。

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix},$$

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{1s} \\ \vdots & & \vdots \\ b_{m1} & \cdots & b_{ms} \end{bmatrix}.$$

3.1 多模式正向联想条件

已知条件: $A \circ W = B$ 。

因 $W = A^T \circ B$, 则 $A \circ W = A \circ (A^T \circ B) = (A \circ A^T) \circ B$

又因 $A \circ A^T = (A \circ A^T)^T$,

则 $A \circ A^T$ 是对称矩阵。

令 $C = (c_{ij})_{m \times m} = A \circ A^T$, $c_{ij} =$

$$(a_{i1} \ a_{i2} \ \cdots \ a_{in}) \circ (a_{i1} \ a_{i2} \ \cdots \ a_{in})^T,$$

则 $A \circ W = A \circ (A^T \circ B) = (A \circ A^T) \circ B = C \circ B =$

$$\begin{bmatrix} c_{11} & \cdots & c_{1m} \\ \vdots & & \vdots \\ c_{m1} & \cdots & c_{mm} \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{1s} \\ \vdots & & \vdots \\ b_{m1} & \cdots & b_{ms} \end{bmatrix} =$$

$$(\bigvee_{j=1, \dots, m} (c_{ij} \wedge b_{jk}))_{m \times s} = B$$

因为 $(c_{i1} \wedge b_{1k}) \vee (c_{i2} \wedge b_{2k}) \vee \cdots \vee (c_{im} \wedge b_{mk}) = b_{ik}$

$$\Rightarrow \begin{cases} b_{ik} \leq c_{ii} \\ b_{ik} \geq (c_{i1} \wedge b_{1k}) \\ b_{ik} \geq (c_{i2} \wedge b_{2k}) \\ \vdots \\ b_{ik} \geq (c_{im} \wedge b_{mk}) \end{cases} \quad (5)$$

式(5)即为多[输入,输出]模式正向联想可行的条件。

3.2 多模式反向联想条件

推导反向联想可行的条件时,将模糊(输入,输出)模式对 (A, B) 中的 B 作为输入, A 作为输出,令模糊联想记忆的权矩阵 $W' = [w'_{ij}]_{q \times p}$, $W' = B^T \circ A$ 。同理可得到多

模式反向联想的条件:

$$\Rightarrow \begin{cases} a_{ik} \leq c_{ii} \\ a_{ik} \geq (d_{i1} \wedge a_{1k}) \\ a_{ik} \geq (d_{i2} \wedge a_{2k}) \\ \vdots \\ a_{ik} \geq (d_{im} \wedge a_{mk}) \end{cases} \quad (6)$$

联立式(5)和式(6),即多[输入,输出]模式双向联想可行的条件。根据式(5)和式(6)可以得出一个必要条件:模式对(A,B)的同行的最大元素必须相等。

3.3 多模式联想条件程序流程图

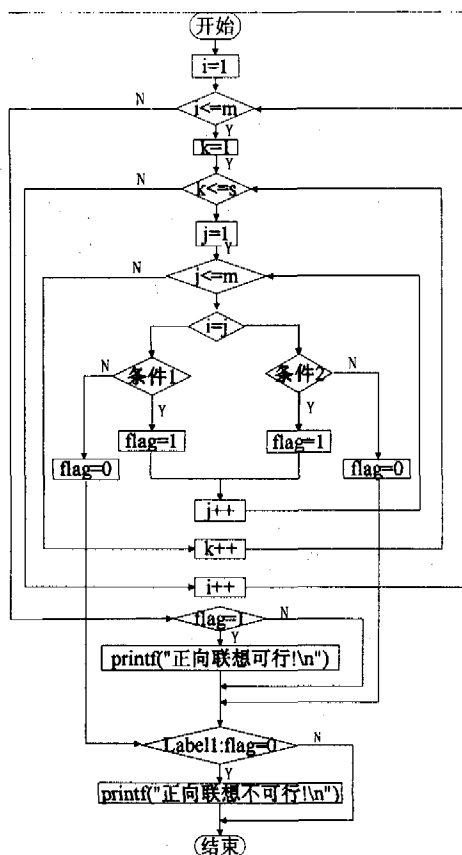


图 1 正向联想可行条件判断流程图

(上接第 41 页)

4 结束语

用计算全息的方法能够更方便地生成较为准确的物点的全息图,避免了光全息中对仪器设备较高的要求;另外只要有物体的数学知识^[6],这个物体的全息图就可以被计算出来。因此计算全息相对于光全息来说有更强的生命力和更广阔的应用前景。但计算全息也存在一些弊端和局限性。因此要针对存在的问题进行探索,不断优化算法,使计算全息能够得到更加广泛的发展和应用。

参考文献:

[1] 陶世基,王大勇,江竹青,等.光全息存储[M].北京:北京

3.3.1 判断是否符合正向联想可行的条件

图 1 为判断正向联想可行条件是否可行的主要流程图。其中:

条件 1 为: $b[i][k] \leq c[i][j]$

条件 2 为: $b[i][k] \geq \min(c[i][j], b[j][k])$

3.3.2 判断是否符合反向联想可行的条件

从推导过程可以看出,反向联想的判断条件与正想联想的判断条件是相同的,所以就不再画出反向联想的流程图^[5]。

4 结论

以人脑为代表的生物高级智能的一个重要特征,就是处理模糊信息的能力。随着长期记忆的时间推移,存储在脑神经系统中的信息逐渐淡忘,但是人们常从部分的非精确信息,回忆起全部的确切信息来。这种非精确的联想记忆,就是文中讨论的模糊联想记忆。采用以上所介绍的算法,在一定程度上能够使用电脑模拟人脑的这种功能,并判断是否可以双向联想。通过对双向联想可行条件的探讨,可以看出:采用模糊极小极大合成运算的方法进行联想运算时,对于单模式的情况,可以得到简单有效的判断依据;但对于两个甚至于多个的情况,只能推导出一些必要条件如模式对(A,B)的同行的最大元素必须相等。对于多模式的双向联想可编写程序验证。

参考文献:

- [1] 靳 著.神经计算智能基础[M].成都:西南交通大学出版社,2000.
- [2] 余立建.基于模糊聚类融合的长输管线气体压力控制系统[J].兰州交通大学学报,2004(4):20-22.
- [3] 余立建.天然气流量信息融合及聚类控制系统[J].西南交通大学学报,2004(3):12-14.
- [4] 邹开其,徐 扬.模糊系统与专家系统[M].成都:西南交通大学出版社,1999.
- [5] 谭浩强.C程序设计(第2版)[M].北京:清华大学出版社,2003.

工业大学出版社,1998.

- [2] 考尔菲尔 H J.光全息手册[M].郑 庸等译.北京:科学出版社,1988.373-375.
- [3] Leseberg D. Computer-generated three-dimensional image holograms[J]. Applied Optics, 1992, 31(2):223-229.
- [4] Hariharan P. Optical Holography[D]. Cambridge: Cambridge University press, 1984.
- [5] Bacarat R. The Computer in optical Research[M]. [s. l.]: Springer Verlag, 1980. 72-75.
- [6] Chai X D, Dings D W, Wei S. Wavelet analysis for holographic basis fring[A]. In: Wei S. Second International Conference on Image and Graphics[C]. Washington: [s. n.], 2002. 1123-1125.