

# 基于认知模拟的多路信息融合系统的研究

王继成

(同济大学计算机科学与工程系,上海 200092)

**摘要:** 本文根据认知科学的理论,同时以神经科学、脑科学等学科的最新研究成果为指导,利用计算机科学、数学及工程科学的方法,提出了一种基于认知模拟的多路信息融合的新方法.根据该方法开发的多路信息融合系统(MIFS),可以较好地模拟人类的感知、认知和思维等功能.

**关键词:** 认知科学;神经网络;信息融合;模式识别

**中图分类号:** TP18 **文献标识码:** A **文章编号:** 0372-2112 (2002) 05-0738-03

## Research of Cognition Simulation Based Multi-Information Fusion System

WANG Ji-cheng

(Dept. of Computer Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** According to the theory of cognition science and the new research results of neurophysiology and brain science, this paper presents a new method of Cognition Simulation Based Multi-Information Fusion by the help of the computer science, mathematics and engineering science. The experiments have shown that the developed Cognition Simulation Based Multi-Information Fusion System (CSBMIFS) can well simulate the sensation, cognition and thinking of man.

**Key words:** cognition science; neural network; information fusion; pattern recognition

### 1 引言

根据认知科学的理论,人的认知过程包括感知过程、表象过程、记忆过程和思维过程等.现代认知心理学则将认知过程抽象为三个阶段:信息检测和加工、记忆和更高级的认知.信息检测和加工包括感觉信号的检测、模式识别和注意.来自外部世界的现象依靠由视、听、触、嗅、味等五种感官组成的感觉系统进行检测,并将输入的阈上强度的物理刺激转换为神经能,短暂地留在感觉库中;然后,借助贮存在记忆中的知识,对感觉信号进行模式识别和选择注意(即刺激过滤)等加工处理,并将加工后的信息送入认知过程的第二阶段进行进一步处理.认知过程的记忆阶段将第一阶段送来的信息在情绪的控制下进行一系列的分析:从肤浅的分析(包括编码、复述、信息的转换等)开始到更深的、更复杂的、抽象的、语义的分析.本文根据认知科学的理论,同时以神经科学、脑科学等学科的最新研究成果为指导,利用计算机科学、数学及工程科学的方法,提出了一种基于认知模拟的多路信息融合的新方法,并且根据该方法开发了一个基于认知模拟的多路信息融合系统(MIFS).实验结果表明:该系统可以较好地模拟人类的感知、认知和思维等功能.

### 2 多路信息融合系统(MIFS)的结构

根据神经科学的研究,人脑是由  $10^{11}$  个神经元组成的巨系统,并且神经元间约有  $10^3 \sim 10^4$  个突触相互联结.人脑组织是一个既有并行又有分层的网络结构.低层次中的神经网络

由高度特化的神经元组成,具有特化的形态结构,适合接受各种特异的外界感觉(视觉、听觉、触觉、嗅觉、味觉)信息;而高层次中的神经网络适合对来自多个低层次回路中的信息进行综合分析.因此,基于认知模拟的多路信息融合系统(MIFS)的结构如图1所示.从图1可以看出,基于认知模拟的多路信息融合系统(MIFS)是一个由视觉信息处理神经网络(VN)、听觉信息处理神经网络(AN)、触觉信息处理神经网络(FN)、嗅觉信息处理神经网络(NN)、味觉信息处理神经网络(TN)、多路信息融合神经网络(MFN)组成的网络系统,其中:视觉信息处理神经网络(VN)处理和分析视觉信息,听觉信息处理神经网络(AN)处理和分析听觉信息,触觉信息处理神经网络(FN)处理和分析触觉信息,嗅觉信息处理神经网络(NN)处理和分析嗅觉信息,味觉信息处理神经网络(TN)处理和分析味觉信息,多路信息融合神经网络(MFN)融合以上各神经网络的处理结果.

该系统中的视觉信息、听觉信息、触觉信息、嗅觉信息、味觉信息分别由相应的设备仪器和传感器采集获得,然后经预处理后作为视觉信息处理神经网络(VN)、听觉信息处理神经网络(AN)、触觉信息处理神经网络(FN)、嗅觉信息处理神经网络(NN)、味觉信息处理神经网络(TN)的输入信息.

### 3 实验与讨论

为了验证本文提出的基于认知模拟的多路信息融合系统的有效性和可行性,作者实现了一个用于对各种水果(包括:

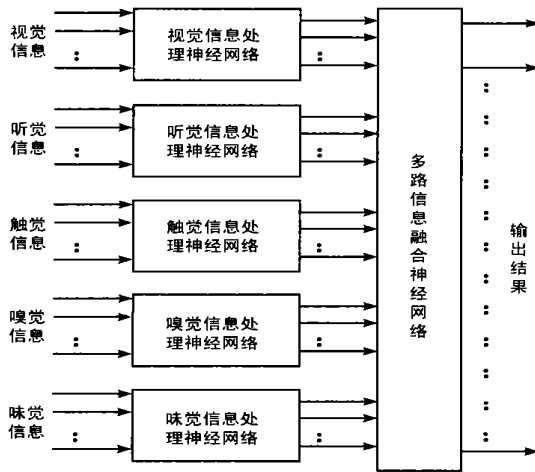


图1 基于认知模拟的多路信息融合系统(MIFS)的结构图

苹果、梨子、桃子、柑桔、香蕉、菠萝、荔枝、草莓、枇杷、椰子)进行分类的基于认知模拟的多路信息融合系统(FCMIFS)。该系统中所有神经网络均采用如图2所示的三层前向网络。VN有1024个输入神经元、100个隐含神经元、200个输出神经元,AN有100个输入神经元、200个隐含神经元、200个输出神经元, FN有50个输入神经元、100个隐含神经元、100个输出神经元, NN有20个输入神经元、10个隐含神经元、20个输出神经元, TN有20个输入神经元、15个隐含神经元、20个输出神经元, MFN有540个输入神经元、100

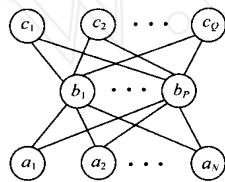


图2 三层前向网络

个隐含神经元、200个输出神经元。

三层前向网络所采用学习算法描述如下:

随机选取网络的初始权矩阵;

按模糊熵准则(即模糊熵-误差平方和准则)确定权值修正量。在图2中,当输入样本为  $A_k = (a_1^k, \dots, a_N^k)^T$  时,隐节点和输出节点的加权输入分别为:  $netb_i^k = \sum_{h=1}^{N+1} v_{hi} a_h^k$ ,  $netc_j^k = \sum_{i=1}^{P+1} w_{ij} b_i^k$ , 其中:  $a_h^{N+1}$  和  $b_i^{P+1}$  均为常数 1。

而隐节点和输出节点的输出分别为:  $b_i^k = f(net b_i^k)$ ,  $c_j^k = f(net c_j^k)$ 。按梯度下降算法,有  $w_{ij} = - \frac{\partial H}{\partial w_{ij}} = d_j^k b_i^k$ , 其中:  $d_j^k = (x_j^k - c_j^k) \exp[-l_0(x_j^k - c_j^k)^2] \text{sgn}(x_j^k - m_j^k) f'(net c_j^k)$ ,  $= \frac{4l_0}{QM} \text{sgn}(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$ , 同理  $v_{hi} = a_h e_i^k$ ,  $e_i^k = f'(net b_i^k) w_{ij} d_j^k$ 。

重复步骤,直到对  $j=1, \dots, Q$  和  $k=1, \dots, M$ , 误差变得足够小或变为零为止,即:  $d = \max_{1 < k < M} |x_j^k - c_j^k| < (\epsilon > 0)$ 。

作为模式分类对象的每种水果,分别通过 TV 摄像机等有关设备和传感器获取其视觉信息(图象)、听觉信息(语音)、触觉信息、嗅觉信息、味觉信息。这些信息经预处理后,作为训练各神经网络的输入向量。为了测试神经网络学习效果,选择各种水果(其中50%是学习过的,50%是未学习过的),用多路信息融合系统(MIFS)进行分类研究。表1列出了多路信息融合系统(MIFS)、基于视觉信息处理神经网络(VN)、基于听觉信息处理神经网络(AN)、基于触觉信息处理神经网络(FN)、基于嗅觉信息处理神经网络(NN)、基于味觉信息处理神经网络(TN)对水果分类的实验结果。

表1 MIFS、VN、AN、FN、NN、TN对水果分类的实验结果

水果数据	学习样本数	学习周期数	测试样本数	正确分类率(学习过的样本)						正确分类率(未学习过的样本)					
				MIFS	VN	AN	FN	NN	TN	MIFS	VN	AN	FN	NN	TN
苹果	100	10 <sup>5</sup>	100	100%	100%	89.1%	60.5%	66.1%	90.0%	94.5%	64.4%	44.5%	44.1%	46.3%	64.5%
梨子	100	10 <sup>5</sup>	100	100%	93.5%	84.2%	63.4%	63.5%	83.5%	91.3%	71.1%	51.3%	41.8%	41.8%	61.3%
桃子	100	10 <sup>5</sup>	100	100%	94.6%	87.6%	64.6%	64.6%	84.6%	99.2%	59.8%	39.2%	39.0%	49.2%	69.2%
柑桔	100	10 <sup>5</sup>	100	100%	86.5%	86.5%	56.1%	76.5%	86.5%	93.4%	73.6%	53.4%	43.4%	53.4%	63.4%
香蕉	100	10 <sup>5</sup>	100	100%	78.4%	78.4%	68.2%	68.4%	88.4%	94.8%	64.4%	44.8%	48.3%	44.8%	64.8%
菠萝	100	10 <sup>5</sup>	100	100%	83.7%	83.3%	63.7%	73.7%	83.7%	90.6%	70.3%	50.6%	40.1%	50.0%	70.6%
荔枝	100	10 <sup>5</sup>	100	100%	90.2%	90.1%	60.2%	60.2%	80.2%	96.7%	66.1%	46.7%	46.4%	46.7%	66.7%
草莓	100	10 <sup>5</sup>	100	100%	77.2%	77.2%	57.2%	57.2%	87.2%	98.7%	58.4%	38.7%	38.9%	38.7%	68.7%
枇杷	100	10 <sup>5</sup>	100	100%	92.1%	82.1%	62.1%	62.1%	92.1%	98.2%	68.6%	48.2%	40.4%	48.2%	68.2%
椰子	100	10 <sup>5</sup>	100	100%	85.3%	85.8%	75.3%	65.3%	95.3%	99.1%	59.9%	39.1%	39.1%	39.9%	69.1%
平均	100	10 <sup>5</sup>	100	100%	88.2%	84.4%	63.1%	65.8%	87.2%	95.7%	65.7%	45.7%	44.2%	45.9%	66.7%

从实验结果可以看出,由于多路信息融合系统(MIFS)融合了视觉信息(图象)、听觉信息(语音)、触觉信息、嗅觉信息、味觉信息,具有了更高级的水果分类知识,不仅对学习过的样本有100%的识别率,而且对未学习过的训练样本也有很好的分类能力(高达95.7%)。而其它基于某一单信息处理神经网络系统,识别率较低。通过研究,还发现多路信息融合系统的学习速度比单信息处理神经网络系统快两个数量级,且有更好的泛化能力。

#### 4 结束语

本文根据认知科学的理论,提出了基于认知模拟的多路信息融合的新方法,并实现了一个基于认知模拟的多路信息(视觉信息(图象)、听觉信息(语音)、触觉信息、嗅觉信息、味觉信息)融合系统。从实验结果可以看出,该方法是可行的,所实现的系统较其它的系统无论在学习效率上、还是在泛化能力上都有很大的提高。更为重要的是,通过该系统的研究,可以为进一步研究认知科学、思维科学、人工智能等领域的研究

# 利用通信网络功能设计异动信号报警器

李 冰

(中央民族大学物理与电子工程系,北京 100081)

## 1 概述

随着计算机和通信网络的快速发展,人们会想到利用现有的电子网络来设计新的应用器件和系统,也就是扩大电子网络的应用,异动信号报警器就是在这一想法的启发下,来设计的一个报警系统。

它可用于防盗、防撬门窗报警,还可预报漏电、漏水,可提供烟雾和气体成份浓度警示,还可用于特殊能量信号如红外光、微波信号、信号频率变化等信号的警示。下面就异动信号报警器的原理、组成、特点等进行讨论。

## 2 异动信号报警器的原理和组成

各种各样的不同的异动信号,通过不同类型的传感器如:位移、电敏、磁敏、流量、气敏、光敏传感器,通过传感器将这些警示信号转换成电信号再进行处理。经处理后的警示信号来启动终端设备,如 110 电话、手机等,来进行报警或提示,异动信号报警器原理如图 1 所示。

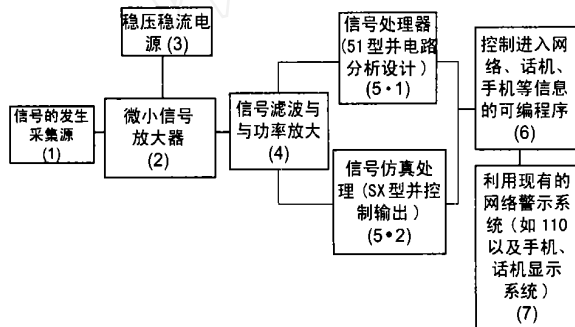


图 1 “异动信号报警器”原理图

异动信号报警系统主要有信号源、放大器、电源、信号滤波和放大组件、信号处理组件、仿真器、编程器和终端等组成。

信号源 是用来完成采集原始警示信号的。这些原始警示信号可以是机械位移运动,也可以是光、声、磁、电等信号。这些原始信号都要通过相应的传感器,转换成微小的电信号。如

门窗移动(防盗)、水位极限提示等,都有明显的机械位移变化。这就是异动信号,通过位移传感器就可将这些异动信号转换成微小的电信号。另外还可通过光敏传感器、流量传感器等,将各种异动信号转换成微小的电信号。这样就完成了信号采集。

**微弱信号放大器** 是系统关键技术之一,要求放大器达到的技术指标是:可测输入信号在 40—80pV,系统频率适应范围 0.35~3.5MHz;系统增益 80~100dB;信噪比 10dB,信号失真极小;使用数字处理技术,将各种复杂和复合的信号波形分解为同振幅、频率和初始值的余弦窗函数,方便调节各种异动信号检测对象的灵敏度和稳定度。对于 3.5MHz 以下的信号处理,系统的 CMRR(共模抑制比)可高于一般的模拟电路设计。

**稳压电源** 使用能量输入偏置的方式设计稳压稳流电源,设定电源能源消耗要求,可以明显减少电路自身的噪声产生,大大提高系统的信噪比。

**滤波放大组件** 经过放大的信号输入到滤波组件中,保留有用信号,滤除其他杂波。用傅立叶变换进行时域、频域分析,用无限长单位脉冲响应滤波器和有限长单位脉冲响应滤波器,完成滤波并放大电信号。

**仿真器** 使用了二路单片机处理器设计功能模型信号的仿真。用 SX 型控制输出信号仿真;使用 51 型分析修正信号,并利用其便于修正数字信号的最小记录长度、周期 N 的数值和抽样时间间隔的特点调节系统,形成近距“蓝牙”的数字啮合技术。

**编程控制器** 用可编程控制器(PLC)控制进入网络、话机或手机,可灵活地对数字信号编程,有利于对大量地、复杂、分散信号进行控制,也可进行过程控制和远程控制。

**终端** 进入现有的可传输警示功能的网络,可方便、快捷地得到异动信号,经放大滤波的警示信号启动网络终端的 110 电话、手机等。这就完成了报警任务。(下转第 744 页)

提供一些有益的尝试。

## 参考文献:

- [1] Wang J C, Lu W X. Multiobjective optimization of neural network [J]. Science in China (Series B), 1995, 38(8): 971 - 978.
- [2] 王继成, 蔡义发, 吕维雪. 一种自动生成神经网络结构的新方法 [J]. 自动化学报, 1996, 22(1): 19 - 25.
- [3] Lodewyk F A W, Hienne B. Avoiding false local minima by proper initialization of connections [J]. IEEE Trans on Neural Networks, 1992, 3(6): 899 - 905.
- [4] Widrow B, Winter R G, Baxter R A. Layered neural nets for pattern recognition [J]. IEEE Trans Acoust, Speech, Signal Process, 1988, 36(7): 1109 - 1118.

## 作者简介:



王继成 男, 1958 年 10 月生于江苏盐城, 博士, 教授, 博士生导师, 主要研究领域: 人工智能、神经网络、认知科学等。