

基于手机平台的嗅觉网络传输研究与探索

李联宁

(西安交通大学城市学院 西安 710018)

摘要 介绍使用半导体气体传感器阵列感觉自然界各类物质气味,而后通过传感器阵列与神经网络软件的接口进行转换,再用BP神经网络算法进行数据处理与信息融合。在通过互联网或3G移动通信网络进行多媒体传输的基础上,废弃使用气味合成发生器的传统方法,研究以超声波直接传导到人类大脑嗅觉感应中心的方式来实现嗅觉传输不经过人类鼻腔的直接传输模式,通过互联网达到超远距离进行嗅觉传输的目的。进行的研究与探索试图通过实验证明基于手机(移动终端)平台的嗅觉传输的可行性,以为阐明气味复现机制、揭示机器嗅觉规律、以人工神经网络组成为基础为全球范围提供嗅觉、味觉、触觉的互联网及移动通信网络传导提供思路。

关键词 嗅觉,网络,传输,气体传感器,电子鼻,手机,BP神经网络,多媒体,研究

中图分类号 TP393.01,TP242.6+4 **文献标识码** A

Research and Exploration of Olfactory Network Transmission-based Mobile Phone Platform

LI Lian-ning

(Xi'an Jiaotong University City College, Xi'an 710018, China)

Abstract By semiconductor gas sensor array to feel all kinds of substances nature odor, we use the sensor array and the neural network software interface and conversion BP neural network algorithm for data processing and information fusion. On the basis of the multimedia transmission via the Internet or 3G mobile communication network, we will not use traditional methods of odor synthesis generator, to achieve the purpose of ultra-long-range olfactory transmission. It is possible to research ultrasonic direct conduction to the center of the human brain olfactory sensing mode, to achieve olfactory transmission direct transmission mode. Explore and experiment to prove the feasibility of the olfactory transmission on mobile phones(mobile terminal) and reproduction mechanism to elucidate the smell, will reveal the significance of machine olfactory law, will provide ideas to human sense of smell, taste, touch on worldwide Internet and mobile communication network conduction.

Keywords Olfactory, Network, Transmission, Gas sensors, Electronic noses, Cell phones, BP neural network, Multimedia, Research

1 引言

人类是具备视觉、听觉、嗅觉、味觉和触觉这5种感官能力的,通过视觉和听觉的传播可将55%以上的信息传达给对方,而仍然还留有45%的信息是由人类的味觉、嗅觉和触觉承担的。

目前已在技术上解决了图像、声音的网络传输问题,但在通信传输上实现气味的传输,很困难。通过光的三原色原理,几乎所有的颜色都能再现出来实现图像传输,而嗅觉信息的构成要素可远远没那么简单,它需要气味传感器和气味合成技术,先通过气味传感器将所感觉到的气味数字化,再通过互联网传输该数据,接受方通过气味合成器将气味还原出来。

嗅觉(气味)信息与DSP数字处理技术的结合主要分为3个过程:

①气味经由传感器转化为电子信息;

②相关信息经由DSP数字处理实现对其存储、编程的数字化操作;

③数字信息解译为气味送往人类的鼻子。

其中第一个过程借由工业生产中的安全需求已经得到了一定的发展。对第二个过程的研究目前还是比较少的,而谁首先在这一发展前景相当广阔的领域制定了相关标准,谁就将取得极其有利的先机。至于第三个过程,就目前的技术来讲,其实现非常困难,尚需进一步研究。

人类嗅觉之所以有强大的功能,其中一个很重要的原因在于生物体是应用生物神经网络这个强有力的工具进行后期信息处理工作。人工神经网络和模式识别方法已被广泛应用在人工嗅觉系统中,以完成某些生物嗅觉和味觉系统的信息处理功能。

嗅觉传输研究的DSP数字处理常用的方法有主分量分析、分类函数分析、模板匹配、聚类分析以及BP网络、SOM网络等。但目前用于进行嗅觉传输研究的人工神经网络和模式识别等信息处理方法还没有深入开展。

实际上,人工神经网络具有并行处理、自学习及自适应性的特点,因而特别适合于二维阵列式嗅觉传感器的响应与被

本文受西安交通大学城市学院科研项目基金资助。

李联宁(1949-),男,教授,主要研究方向为计算机网络、物联网、多媒体技术,E-mail:li-ln@263.net.

测气味及味道之间的非线性映射。很多图像处理方法都将应用于嗅觉传输的信息处理工作中。例如图像处理中常用的边缘检测、图像增强、空间谱分析以及小波分析方法,还有人工神经网络中的BP、SOM、ART(自适应共振)网络等都将用于基于化学图像的人工嗅觉。

图像处理中的另一个很重要的领域,即模糊模式识别方法,其因具有仿生性,在人工嗅觉系统中将会得到越来越广的应用。只有将上述这些方法应用于人工嗅觉系统中,才可能使该系统完成生物嗅觉(诸如信息增强、模式识别、提高信噪比)等功能。目前,“嗅觉信息网络传输”的实现方法可归纳为3种,即仿生学方法、数字化方法和仿生学与数字化相结合的方法。

仿生学方法就是模仿生物嗅觉系统,可对任意不同多成分混合气味进行实时识别、记忆,并用因特网传送信息,然后在接收终端由气味元素合成产生气味;

数字化方法是对有限种类气味进行分析,事先形成气味特性数据库。在工作时,气味发送端检测气味特征并用因特网传送气味特征编号,接收终端根据气味特征编号从气味特性数据库选出已库存的气味进行播放;

仿生学与数字化相结合的方法就是在气味发送端通过仿生嗅觉装置实时检测气味,用因特网传送气味整体信息,在接收终端从气味库中播放气味。

从社会需要的角度而言,视觉、听觉、嗅觉、味觉和触觉这5种感官能力的全面网络多媒体信息传输是高科技发展的必然趋势,基于人工神经网络方法的嗅觉传输将成为网络多媒体传输系统的一个崭新并十分重要的发展方向。而其中生物嗅觉的神经网络信息处理是“嗅觉信息网络传输”急需研究的基础环节,具有十分重要的研究价值。

2 国内外研究现状

2.1 人体嗅觉系统构成与工作机理

目前人体嗅觉系统的研究已经具有十分成熟的结果:人体嗅觉系统是以分子技术破译的第一种感觉系统。Richard Axel 和 Linda Buck 证明,人体基因的3%被用来编码嗅觉受体细胞膜上的不同气味受体。当一种气味受体被某种气味物质激活时,嗅觉受体细胞中电信号就被触发并经过神经突触传递到大脑^[1]。

人体嗅觉感受器的嗅细胞存在于鼻腔的最上端的嗅上皮内,嗅上皮含有主细胞、支持细胞和基底细胞。主细胞也称嗅细胞,呈圆瓶状,细胞顶端有5~6条短的纤毛,细胞的底端有长突,它们组成嗅丝,穿过筛骨直接进入嗅球。嗅细胞的纤毛受到存在于空气中的物质分子刺激时,由神经冲动传向嗅球,进而传向更高级的嗅觉中枢,引起嗅觉。

从生物电子学角度分析,当气味作用嗅上皮时,在嗅细胞的胞体膜上产生极化型的感受电位,并在轴突膜上引起不同频率电位输出,传入中枢。每一个嗅细胞只对一种或几种特殊的气味反应,输出响应频率电位信号,并且嗅球中不同部位的细胞只对某些特殊的气味起反应。嗅觉受体与气体分子接触后,其胞体膜上的蛋白质分子产生一系列的连结、分离和激活反应,胞体膜上形成若干个离子通道,允许胞外 Na^+ 、 Ca^{2+} 等无机离子流入胞内,改变了细胞内外的极性变化,产生一定的膜电势,成为可表征轴突膜化学传感信息的电信号^[2]。从仿生学角度考虑,人体嗅觉感受器构成可概括为3个部分:

①鼻腔上皮组织(初级),那是接受气体并产生信号的第一个地方;

②嗅觉球(二级),气体的种类通过“镜像”在这里形成;

③大脑皮层,信息之间的联系在这里形成并存储。

2.2 机器嗅觉研究发展历程与现状

机器嗅觉技术是近年来迅速发展起来的一个研究领域,它是一门涉及传感技术、模式识别、电子技术、计算机技术、神经生理学和数学等的交叉学科,具有很重要的理论意义和实际意义,因此现在在很多国家已经把生物嗅觉敏感机理和对生物嗅觉系统功能的模仿列为重要研究课题。1982年英国 Warwick 大学的 Persand 和 Dodd 提出了电子鼻的概念,他们所研制的电子鼻系统包括气敏传感器阵列和模式识别系统两部分,可以分辨桉树脑、玫瑰油、丁香芽油等21种复杂的挥发性化学物质的气味^[3]。1994年,英国 Warwick 大学的 Gardner 和 Southampton 大学的 Bartlett 使用了“电子鼻”这一术语,并给出了定义——“电子鼻是一种由具有部分选择性的化学传感器阵列和适当的模式识别系统组成,能识别简单或复杂气味的仪器”^[4]。电子鼻是模拟生物嗅觉系统,由传感器阵列结合模式识别系统构成。对生物嗅觉系统的神经生理结构和嗅觉的生物化学机理的理解决定了电子鼻系统的基本结构、传感器阵列的组成和模式识别方法的使用。电子鼻系统主要由气敏传感器阵列、信号预处理和模式识别3部分组成^[5]。

2.2.1 机器嗅觉(电子鼻)与嗅觉传感器

人工嗅觉技术走向实用最明显的标志是商品化、样机化仪器的出现。目前国外已有人工嗅觉装置,如由法国制造的嗅觉模拟装置 Fox2000,它包含一个由12个金属氧化物传感器组成的阵列,其中每个传感器都有两个工作温度可供选择,从而增加了其识别能力。它需要一台电脑来校正和运行气味敏感阵列^[6]。

在国内,尽管仿生嗅觉系统的研究还有一定差距,但也取得了一些喜人的成果。比较早对仿生嗅觉系统理论感兴趣并进行实质性研究的是中国人民解放军防化研究所。他们用8个金属氧化物气敏传感器组成阵列,对单一气体和混合气体进行了识别研究。实验结果显示对单一气体的识别成功率为100%,对混合气体可达70%以上,并对各种酒类进行了识别研究^[7]。

有的学者从生物仿生学角度出发,应用金属氧化物传感器阵列和主成分分析识别丙酮、乙醇和甲醇3种化学成分,同时对8种不同浓度的甲醇溶液进行了分类,用人工神经网络方法对以上成分进行分析和识别^[8]。

但是与国外相比,总的看来,国内对仿生嗅觉系统的研究还停留在实验室阶段。

2.2.2 嗅觉网络传送

科学家从不同的途径进行了探索,目前的研究和应用大多都是采取“电脑+气味发生器技术”的形式来实现气味的传输,即通过互联网上的电脑对气味发生器发出指令,使气味发生器根据指令组合其内置气味源的各种气体,从而产生所需的气味。正如图像和声音的网络传输一样,在网络中传送的实际只是数字信号,只有在接收端安装了气味发生器,才能将气味重现,这里的气味发生器的作用,就和显示器、扬声器的作用类似^[9]。

有媒体报道,以色列著名的威茨曼研究所的数学家巴威·

哈尔和生物化学家科隆·兰舍特经过长达3年的合作研究,已经能够大致分析出150种不同气味的特性。他们设想,如果能将气味的信息电子化,那就可以把这一电子信息传送到另一个遥远的地方,并且再在那儿把信息还原成气味。他们认为在不久的将来,我们完全可以利用一个电子鼻和一个气味发生器通过因特网来传送种种气味。据介绍,电子鼻可以把气味转变为电子信息,而在线路另一端的气味发生器在接收到这一气味信息后就可混合出真正的气味来。

这两位专家已经成功地研究出一套计算方法,此法可以把传感器探测到的气味电子化。此外他们表示,从技术上讲已完全有能力制造气味发生器。气味发生器装有150余种不同的“气味基本元素”,在收到传来的电子信息之后,就能调制出任意一种气味来。气味发生器还可以利用贮藏在CD或DVD光盘里的信息重新制造气味,其过程和图像处理大同小异,只是在技术上更为复杂罢了^[10]。

那么网络传输气味将来实现的可能性如何呢?以色列科学家所设想的“气味电子化”,简言之就是“气味采集—气味远距离电子传输—气味复现”的过程。

要实现这一过程,关键在于气味采集和气味复现这两个环节,需要突破的技术难关主要是气味采集装置和气味发生装置的研制和开发。

首先是仿生嗅觉检测装置的研制,目前气味采集研究已有了一定的技术基础,并在某些领域获得初步应用,但由于仿生嗅觉传感器技术还很不成熟,因此要实现多成分混合气味的采集,难度很大。

气味发生器研制也是个难题,因为气味成分极其复杂,要产生多个不同气味元素并进行不同比例配伍,有很大困难,而气味复现研究在国际上才刚刚起步,要在接收终端的计算机实现这一技术还尚待时日。

至于气味远距离电子传输,就是应用网络技术将采集的气味信息转换为电子信息,通过互联网传送到任何远距离的计算机接收终端,目前的网络传输技术已能基本满足这种气味电子信息传输要求。

由于气味信号采集装置和气味发生器的制造难度大,在现有科技水平条件下,研究成本应该会很高,特别是研究仿生学气味电子化的成本将会更高,因此,实现气味电子化的应用尚待时日。不过,若采用数字化方法,实现有限种类气味的电子化,成本将要低很多,它只用数个传感器对特定几种气味检测,并可通过气味库产生特定气味。要真正实现气味电子化,我们还有很长的路要走。这也就是目前本文准备进一步描述的研究方向。

3 研究探索方向与关键科学问题

3.1 半导体气体传感器阵列构建

人类大约有350种气味感应体,而气味的味源物质约有1万种以上,这些分子与嗅觉细胞中的感应体结合,就可检测出气味。利用半导体气体传感器的交叉敏特性,将气体传感器阵列与神经网络相结合,构建了一个用于临场嗅觉感受的人工嗅觉系统,用于气体的定性识别。研究的首要任务即是:

- ①进行气味的味源物质的分类筛选;
- ②寻找适当的传感器类型组合;
- ③进行半导体气体传感器阵列构建。

3.2 气体传感器阵列与神经网络软件的接口与转换

传感器元件使用表面分极控制法来读取味源物质分子的

分子结构,气体传感器阵列与神经网络软件连接是一个模数转换的过程。自组织神经网络(SOM)将被测气体的多维特征信息映射到一个二维平面上,从而实现了对被测气体的识别分类。实验结果表明,半导体阵列人工嗅觉系统可以提高气体传感器的选择性,用神经网络构建人工嗅觉识别模型是完全可行的,研究的第二阶段任务即是:研究半导体气体传感器阵列与神经网络软件的接口与转换模式及解决方案。

3.3 BP神经网络算法的研究

人工神经网络系统具有初步的自适应与自组织能力,在判别环境气味的过程中进行人工智能选择及模拟,在学习或训练过程中改变突触权重值,以适应周围环境的要求。

3.4 气味复现研究

在用少数类型气体传感器阵列对特定目标气味检测后,仅传输经BP神经网络算法数字处理后的编码信息即可通过气味库产生特定气味。采用数字化方法,实现有限种类气味的电子化。进一步研究气味发生器的工作模式及传导方法。

3.5 嗅觉传输在手机平台上的实现

这一研究内容涉及气体传感器阵列的微型化问题,以及气味发生器的工作模式在手机平台上的特殊处理模式(例如用超声波传导至人类的大脑,产生嗅觉感受)。

主要的研究工作集中在以下几个方面:

①生物原型研究

从生理学、心理学、解剖学、脑科学、病理学等生物科学方面研究神经细胞、神经网络、神经系统的生物原型结构及其功能机理。

②建立理论模型

根据生物原型的研究,建立神经元、神经网络的理论模型,包括概念模型、知识模型、物理化学模型、数学模型等。

③网络模型与算法研究

在理论模型研究的基础上构建具体的神经网络模型,以实现计算机模拟或准备制作硬件,包括网络学习算法的研究。这方面的工作也称为技术模型研究。

神经网络用到的算法就是向量乘法,并且广泛采用符号函数及其各种逼近。并行、容错、可以硬件实现以及自我学习特性,是神经网络的几个基本优点,也是神经网络计算方法与传统方法的区别所在。

④人工神经网络应用系统

在网络模型与算法研究的基础上,利用人工神经网络组成实际的应用系统,例如,完成某种信号处理或模式识别的功能、构造专家系统等等。

3.6 关键科学问题

- ①气体传感器阵列与神经网络软件连接模数转换的理论及实施方案;
- ②适用于手机平台的嗅觉传导的BP神经网络算法;
- ③超声波传导至人类的大脑产生嗅觉感受的具体生物学机制与解决方案。

4 嗅觉网络传导系统研究与探索

4.1 人的嗅觉形成过程研究

人体嗅觉系统是由嗅觉感受器接收气味信号的,人体嗅觉感受器是位于上鼻道及鼻中隔后上部的嗅上皮。从仿生学角度考虑,人体嗅觉感受器构成与机理可概括为3个部分:

- ①鼻腔上皮组织(初级),是接受气体并产生信号的第一

个地方;

②嗅觉球(二级),气体的种类通过“镜像”在这里形成;

③大脑皮层,信息之间的联系在这里形成并存储。通过这个过程,各种不同的气味得以被人体所识别。

随着科学技术水平的不断提高,气味识别的电子化是可以实现的。任何气味都有其独特的性质,可以与某种化学物质发生物理反应或化学反应,造成某一物理量的变化(比如质量、颜色、电特性等变化),通过特定的信号转换机制可以将其转化成电信号,从而可以进行电子化的网络传输。

人的嗅觉形成过程是嗅觉传感器工作原理的模拟基础,可以简单地从结构上将传感器阵列、信号预处理、模式识别分别与嗅觉膜、嗅小球、神经中枢相类比,更重要的是在功能上电子鼻系统也具有生物嗅觉系统的特点:对多种气体或气味敏感;通过必要的处理,能够识别所感受到的气体。

当待测气体呈现在一种敏感材料的传感器面前,传感器将化学输入转换成电信号,由多个传感器对某种气体的响应便构成了传感器阵列对该气体的响应谱。显然,气体中的各种化学成分均会与敏感材料发生作用,所以这种响应谱为该气体的广谱响应谱。为实现对气体的定性或定量分析,必须将传感器的信号进行适当的预处理(消除噪声、特征提取、信号放大等),然后采用合适的模式识别分析方法对其进行处理。

理论上,每种气体都会有它的特征响应谱,根据其特征响应谱可区分不同的气体。同时还可利用气敏传感器构成阵列对多种气体的交叉敏感性进行测量,通过适当的分析方法,实现混合气体分析。

生物的嗅觉结构复杂,为了模拟生物嗅觉结构制作传感器,就必须掌握味源物质的感应组织与识别组织。人类大约有 350 种气味感应体,而气味的味源物质约有 1 万种以上,这些分子与嗅觉细胞中的感应体结合,就可检测出气味。通常,1 种气味的味源物质要与多个感应体结合。而且,1 个感应体也与多种味源物质结合。总之,气味与感应体的对应关系是多对多的关系。

感应体并不直接检测味源物质的分子,而是读取一部分分子结构,确认分子中是否存在苯环和特定长度的疏水链。通过制作可读取这类分子结构的传感器元件,就得到了嗅觉传感器。

传感器元件使用表面极控制法来读取味源物质分子的分子结构。该方法通过控制电极表面电位,然后根据电化学阻抗测量电位与化学物质之间的相互作用。这是一种成熟的电化学测量方法,其电路组成方法及操作方法已经明确,所以容易得到较高的灵敏度。

人类的嗅觉能力已经退化,在动物之中属于嗅觉不发达的物种。如果能实现比人类嗅觉更灵敏的嗅觉传感器,那么其应用就有可能扩大到更大的范围,甚至是目前无法想象的领域。

鉴于传统感官评定和化学成分分析仪器的不足,人们期望有一种客观准确的嗅觉鉴别方法来代替人工气味鉴别和化学分析仪器,仿生嗅觉技术在这种需求下得到迅速的发展。仿生嗅觉技术属于新兴的多学科交叉技术,涉及到计算机技术、应用数学、传感器技术、阵列传感器技术的数据融合和各个具体领域的技术的融合,具有很重要的意义。

4.2 气体传感器研究

用传感器检测气味的方法主要分为两种。其中一种是气

体传感器,其采用多个对特定气体浓度可做出反应的传感器,来检测发出气味的味源物质浓度。另一种方法就是模拟人类嗅觉功能的生物传感器。前者已经开始实用化,后者尚处于研发阶段。

由于气体传感器在各行业已经开始使用,因此嗅觉传感器比较容易进入实用化;再加上其不仅能检测气味,还可以检测出特定物质,因此应用范围很广。不过,在使用气体传感器时,由于产生气味的物质有很多种,因此需要根据物质的种类并用多个传感器。像咖啡、牛肉、啤酒等近 1000 种气味的味源物质已被确认。实际上,为了使测量结果接近于人类的感官评价值,在选择气体传感器时需要一定的经验。

此外,还需要使用被称为主成分分析的统计方法以及神经网络等来识别味源物质的结构与气味的对应关系。此类应用大多是工业用大规模分析设备或者特定应用范围的小型设备。

另一方面,如果使用生物传感器,就可通过检测结果与气味的对应关系再现人的感觉。不过,现在的气体传感器尚未达到那种高度逼真的程度,将来是否能实现也尚未明确。对于嗅觉结构来说,目前仍处于初级研究阶段,还没有办法完全模拟。

以气体传感器为基础的工业用嗅觉传感器已经上市,其在实际应用中主要用来开发食品等。气体传感器技术开发的关键在于提高灵敏度与选择性。随着分析结果与气味之间对应关系的建立以及主成分分析等模式识别技术的进步,性能方面已经大幅增强。

气体传感器有半导体式、电气化学式、接触燃烧式等多种类型,各类传感器可检测的气体浓度范围及使用性也各不相同。其中嗅觉传感器大多采用了半导体气体传感器。

一般来说,大多数气体传感器的能力弱于生物嗅觉的灵敏度。但是,虽然其他类型的气体传感器无法检测低浓度的味源物质,但高灵敏度的半导体气体传感器可以实现低浓度检测。浓度仅 20ppb~30ppb(十亿分之一)的硫化氢气就能造成工厂恶臭,此种气体及 VOC(有机挥发物)等都可以用半导体气体传感器进行检测。

半导体气体传感器不光灵敏度高,而且应答速度快,稳定性也好,容易维护。不过,半导体气体传感器的选择性较差,也就是说,在区别不同种类的气体时,其检测能力较差。但是,最近信息处理技术的发展已经可以弥补这一缺陷。例如通过比较多个不同特性的传感器所输出的结果,并进行主成分分析等,然后将其换算成所检测气体的浓度。虽然传感器元件仍是原来的产品,但识别气体的能力得到了提高。使用了上述半导体气体传感器的嗅觉传感器已经上市。

4.3 仿真嗅觉结构

半导体气体传感器的灵敏度与以前相比已大为提高,但是,它并不是对所有气味的味源物质都具有足够的灵敏度。而且,现在检测气体的时间有时会长达几分钟,仍需缩减。

为了解决上述问题,目前已经开发出可检测气味的传感器芯片,其可检测的浓度为 ppb 级,已与人类嗅觉相当。

生物的嗅觉结构复杂,为了模拟生物嗅觉结构制作传感器,就必须掌握味源物质的感应组织与识别组织。人类大约有 350 种气味感应体,而气味的味源物质约有 1 万种以上,这些分子与嗅觉细胞中的感应体结合,就可检测出气味。通常,1 种气味的味源物质要与多个感应体结合。而且,1 个感应体

也与多种味源物质结合。总之,气味与感应体的对应关系是多对多的关系。

其具体实施方案流程如图 1 所示。

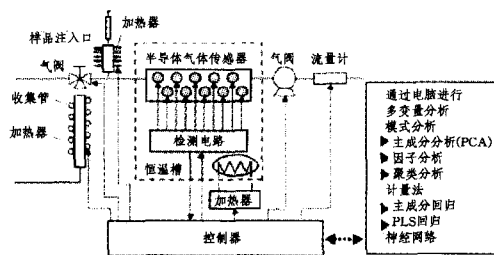


图 1 使用半导体气体传感器的嗅觉传感器结构^[11]

4.4 人工神经网络

人工神经网络是由大量的简单基本元件——神经元相互连接而成的自适应非线性动态系统。每个神经元的结构和功能比较简单,但大量神经元组合产生的系统行为却非常复杂。

人工神经网络反映了人脑功能的若干基本特性,但并非生物系统的逼真描述,只是某种模仿、简化和抽象。

与数字计算机比较,人工神经网络在构成原理和功能特点等方面更加接近人脑,它不是按给定的程序一步一步地执行运算,而是能够自身适应环境、总结规律、完成某种运算、识别或实现过程控制。

普通计算机的功能取决于程序中给出的知识和能力。显然,对于智能活动,要通过总结编制程序将十分困难。

人工神经网络也具有初步的自适应与自组织能力。在学习或训练过程中改变突触权重值,以适应周围环境的要求。同一网络因学习方式及内容不同可具有不同的功能。人工神经网络是一个具有学习能力的系统,可以发展知识,以致超过设计者原有的知识水平。通常,它的学习训练方式可分为两种,一种是有监督或称有导师的学习,这时利用给定的样本标准进行分类或模仿;另一种是无监督学习或称无导师学习,这时,只规定学习方式或某些规则,则具体的学习内容随系统所处环境(即输入信号情况)而异,系统可以自动发现环境特征和规律性,具有更近似人脑的功能。

人工神经网络是一个非线性动力学系统,其特色在于信息的分布式存储和并行协同处理。虽然单个神经元的结构极其简单,功能有限,但大量神经元构成的网络系统所能实现的行为却是极其丰富多彩的。

4.5 BP 神经网络

BP 算法的基本思想是:学习过程由信号正向传播与误差的反向回传两个部分组成。正向传播时,输入样本从输入层传入,经各隐层依次逐层处理,传向输出层,若输出层输出与期望不符,则将误差作为调整信号逐层反向回传,对神经元之间的连接权矩阵做出处理,使误差减小。经反复学习,最终使误差减小到可接受的范围^[12]。具体步骤如下:

①从训练集中取出某一样本,把信息输入网络中。

②通过各节点间的连接情况正向逐层处理后,得到神经网络的实际输出。

③计算网络实际输出与期望输出的误差。

④将误差逐层反向回传至之前各层,并按一定原则将误差信号加载到连接权值上,使整个神经网络的连接权值向误差减小的方向转化。

⑤对训练集中每一个输入-输出样本对重复以上步骤,直

到整个训练样本集的误差减小到符合要求为止。

4.6 基于手机平台的嗅觉传导系统研究

在原则上,由非常简单的单元连接在一起组成的“网络”可以对任何逻辑和算术函数进行计算。因为网络的单元有些像大大简化的神经元,它现在常被称作“神经网络”。

由于课题是基于手机(移动电话)的平台进行的,必须考虑到手机的智能化程度、核心处理器的处理能力、存储空间、电源供应的诸多特殊环境。特别是手机设备的微型化,虽然带来了作为移动终端设备的便携、用户诸多的好处,但由于体积过大等因素,将目前已有初步研究、基础的嗅觉气体发生器模式排除在外,因此必须进一步研究以超声波直接传导到人类大脑嗅觉感应中心的模式,以实现嗅觉传输不经过人类鼻腔的直接传输模式。

5 研究的特色与创新之处

在研究内容方面,目前针对基于手机平台的嗅觉传输研究尚未查到相关论文发表。将人工神经网络引入嗅觉传输的处理,找出影响使用移动通信设备嗅觉传输的主要影响因素,进行传输模式方面的创新是一种崭新的思路。如果这方面的研究有所突破,则会对实现多媒体网络传输的全面开发与产业发展有很大的帮助。

经使用多种科技资料数据库,并用搜索引擎查询相关资料表明,本研究课题在研究思路与方法上的创新性是明显的。

参考文献

- [1] Rock F, Barsan N, Weimar U. Electronic nose: current status and future trends [J]. Chemical reviews, 2008(123): 89-92
- [2] James D, Scott SM, Ali Z, et al. Chemical sensors for electronic nose systems [J]. Microchimica Acta, 2005(2): 13-15
- [3] Zhang Hong-mei, Wang Jun, Tian Xiao-jing. Optimization of sensor array and detection of stored duration of wheat by electronic nose [J]. Journal of Food Engineering, 2007(82): 403-408
- [4] Zhang Z, Tong J. Electronic nose with an air sensor matrix for detecting beef freshness [J]. Journal of Bionic Engineering, 2008(5): 67-73
- [5] 惠国华, 陈裕泉. 基于随机共振的电子鼻系统构建 [J]. 传感技术学报, 2011, 24(2): 274-276
- [6] Hwang S, Kwon H, Chhajed S, et al. Nanostructured Metal Oxide-based Sensors [C] // 14th International Meeting on Chemical Sensors-IMCS 2012, Nürnberg / Nuremberg. Germany, 2012: 1626-1628
- [7] 邹慧琴, 刘勇, 林辉. 电子鼻技术及应用研究进展 [J]. 传感器世界, 2011(11): 18-22
- [8] 董志钢, 李民强, 罗涛. 用于易挥发性化学品检测的实用电子鼻算法研究 [J]. 传感器与微系统, 2011(1): 18-20
- [9] Santonico M, Pennazzab G, Capuanoc R. Electronic noses calibration procedure in the context of a multicentre medical study [J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2012, 173(10): 555-561
- [10] Gomez A H, Wang Jun. Evaluation of tomato maturity by electronic nose [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2006(54): 44-52
- [11] 伊藤元昭, 野泽哲生, 南庭. 五感传感器令电子设备更接近人类 [J]. 电子设计应用, 2008(5): 15-18
- [12] 洪雪珍, 王俊. 基于逐步判别分析和 BP 神经网络的电子鼻猪肉储藏时间预测 [J]. 传感技术学报, 2010, 23(10): 1376-1380