

**第十一届“电子创新大赛”**

**学生创意竞赛论文**

项 目 编 号

院（系）名 称 电子信息工程学院

专 业 名 称 电子信息工程

作 者 姓 名 王晨焱

学 号 13021165

指 导 教 师 无

2014 年 12 月

|  |
| --- |
|  |
| **基于嗅觉传感与网络传输技术的**  **气味传送系统** |
|  |
|  |
| **第一作者：13021165 王晨焱**  **第二作者：13021228 谢一平**  **第三作者：13021220 刘雅娴** |
|  |

# 

# 摘要：日新月异的科学技术正使我们的生活变得更加五彩缤纷，手机电脑等通信设备已经可以做到图像（视觉）、声音（听觉）的远距离传送。本文通过对嗅觉形成机理、嗅觉传感器原理的分析，合理提出气味电子化传送，即嗅觉传输实现的可能性。气味传送由“气味采集—气味电子化传输—气味复现”三个过程构成。嗅觉传感器通过气敏效应实现对气味的识别，应用网络技术将气味信息转换为电信号，通过网络传输技术将电子化后的气味信息传送到任意计算机接收终端。气味发生器根据计算机给出的信号产生多个不同气味元素并进行不同比例配伍，从而实现气味的复现。气味电子化传送将扩充我们的感官体验。不管是气味电影，气味电视，还是通过因特网传送各种气味，都可以通过气味的传送来实现。

# 关键字：电子鼻，人工神经网络，网络传输，气味发生器

**Abstract:** The ever-changing technology are making our lives more colorful. Smartphone, computer and other communication devices have achieved the long-distance transmission of image (visual) and sound (auditory). Based on the formation mechanism of the olfactory and the principle of olfactory sensor, this paper rationally propose the idea of odor electronic transmission to transfer the olfaction. Odor transmission composes of the "odor collection - odor electron transport - odor reproduction". By the effect of gas-sensitive, olfactory sensors can identify odor. Network technology convert odor information into an electrical signal, then the electronic information can be transferred to any computer receiving terminals through the network transmission technology. According to the signal given by the computer, odor generator produces a number of different odors elements and compatibility of different proportions to achieve odor reproduction. Odor electronic transfer will expand our sensory experience. Smell movies, smell television or smells transmitted via the Internet will all be realized.

**Keywords：**Electronic nose, Artificial neural network, Internet transmission, Odor generator

# 目录

摘要 i

关键字 i

引言 1

作品背景与创意来源 1

国内外研究现状 1

第一章 气味采集系统 2

1.1 人类嗅觉感知原理 2

1.1.1 概述 2

1.1.2人类嗅觉感知系统的“专业化”特征 3

1.2 人工嗅觉感知系统 4

1.2.1 概述 4

1.2.2人工嗅觉感知系统“专业化”的实现 4

1.2.3电子鼻技术的基本原理 4

1.2.4基于人工神经网络的气体定性定量分析 6

1.3 气味采集系统 8

第二章 气味电子化传输系统 8

2.1 基于网络编码的高效传输技术 8

2.2 气味传输系统 8

第三章 气味复现系统 8

3.1 气味库的建立 9

3.2 定向气味扩散器 9

第四章 气味传送系统的应用前景 10

参考文献： 10

# 

# 引言

## 作品背景与创意来源

在日常生活中，我们已经可以通过互联网在通信过程中传输视觉和听觉信息，在信息技术革命时代，我们希望通过嗅觉传感设备，结合远程通信技术，实现嗅觉信息的交流，以便实现人与人之间更自然和更富有现实感的信息交流。

该创意最初来源于一次网上购物经历，在网上选购香水时可以参考的商品信息只有商家给出的图片，香调等视觉信息，而最需要的气味信息却不能直观的得到。如果有气味传送系统的存在，我们在进行香水、花束等物品的网上交易时将可以得到更直观的商品信息。再次，在通信过程中如果能做到气味的传送，我们无疑将有更立体，更真实的感官体验。

## 国内外研究现状

经查阅大量书籍和电子文献,目前国内外对于嗅觉传感器方面的研究已经非常成熟。Honeywell公司最近已把一种嗅觉传感器展示到大众面前，该嗅觉传感器利用了目前全世界上最小的真空泵，把分析仪器推向了一个全新的高度。

在气味远距离电子传输方面，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。

本文综合各个研究成果,提出“基于嗅觉传感与网络传输技术的气味传送系统”这一设想。

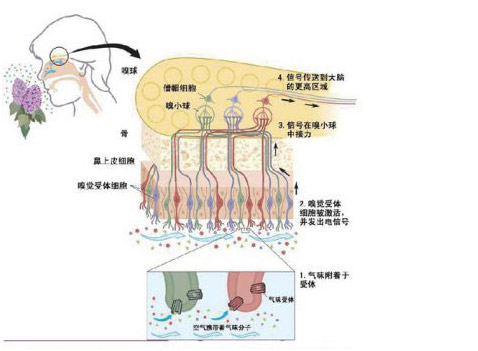
# 第一章 气味采集系统

## **1.1**人类嗅觉感知原理

### **1.1.1** 概述

在人类的诸种感觉中，嗅觉的产生机理一直是最难解开的谜团之一。2004年度诺贝尔生理学或医学奖获奖者、美国科学家理查德·阿克塞尔和琳达·巴克，通过他们开拓性的工作找到了解开这一谜团的钥匙。

理查德·阿克塞尔和琳达·巴克的长期研究发现有气味的物质首先会与嗅觉受体结合，这些嗅觉受体位于鼻上皮的嗅觉受体细胞中。嗅觉受体被气味分子激活后，嗅觉受体细胞就会产生电信号，这些信号随后被传输到大脑嗅球的微小区域中，进而传至大脑其它区域，结合成特定模式，唤醒与此相同的气味记忆。如图 1 所示。



**图 １ 人类嗅觉感知系统**

### **1.1.2**人类嗅觉感知系统的“专业化”特征

人体大约有1000个基因用来编码嗅觉受体细胞膜上的不同嗅觉受体，这些受体位于嗅觉受体细胞内，而这些细胞又位于鼻上皮的上端，可以轻而易举地探测到吸入的气味分子[4]。人体的嗅觉系统具有高度的“专业化”特征。例如，每个嗅觉受体细胞仅表达出一种嗅觉受体基因，嗅觉受体细胞的种类与嗅觉受体的种类完全相同。嗅觉受体细胞会将神经信号传递至大脑嗅球中被称为“嗅觉小球”的微小结构中。“嗅觉小球”的“专业化”程度也非常高。携带相同受体的嗅觉受体细胞会将神经信号传递到相应的“嗅觉小球”中，“嗅觉小球”随后又会激活被称为僧帽细胞的神经细胞，每个“嗅觉小球”只激活一个僧帽细胞，使人的嗅觉系统中信息传输的“专业性”仍得到保持。僧帽细胞然后将信息传输到大脑其它部分。结果，来自不同类型嗅觉受体的信息，组合成与特定气味相对应的模式，大脑最终有意识地感知到了特定的气味。

两位科学家在研究中还发现，每个嗅觉受体细胞只会对有限的几种相关分子做出反应，但这并不影响嗅觉辨别众多的不同气味。因为绝大多数气味都是由这几种气体分子组成的，其中每种气体分子会激活相应的多个嗅觉受体，并会通过“嗅觉小球”和大脑其它区域的信号传递，组合成不同的气味模式。

## **1.2** 人工嗅觉感知系统

### **1.2.1** 概述

通过气体传感器和模式识别技术的结合，模拟人类嗅觉感知系统，可构建人工嗅觉感知系统，实现气体检测和识别等功能。主要方法是以气体传感器模拟人类嗅觉感知系统中的嗅觉感受神经细胞，用人工神经网络等模拟“嗅觉小球”和僧帽细胞甚至更深层嗅觉皮层等连接而成的神经回路，用计算机或专用芯片对采集到的信息进行处理，达到识别气体或气味的目的。

电子鼻是目前最为常见的人工嗅觉感知系统，它是通过模仿人类的嗅觉感知原理建立的一种较快速、直观的辨别气体成分的分析仪器。它将仿生学、传感技术、信号处理、模式识别和计算机科学等多种学科融于一体，由一个具有部分专一性的电子化学传感器阵列和一个合适的模式识别系统组成,能够识别单一的或复合的气味，还能够用于识别单一成分的气体、蒸汽或其它混合物。

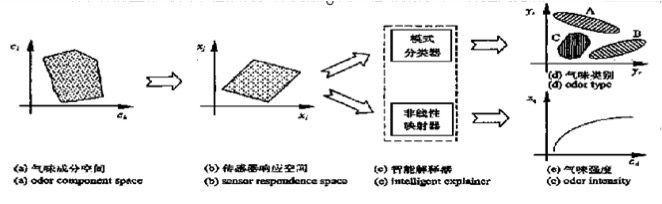
### **1.2.2**人工嗅觉感知系统“专业化”的实现

电子鼻利用各个气敏器件对复杂成分气体都有响应却又互不相同这一特点，借助数据处理方法实现对多种气味的“专业化”识别。

具体而言，电子鼻识别的主要机理是在阵列中的每个传感器对被测气体都有不同的灵敏度，例如，一号气体可在某个传感器上产生高响应，而对其他传感器则是低响应；同样，二号气体产生高响应的传感器对一号气体则不敏感，归根结底，整个传感器阵列对不同气体的响应图案是不同的。系统能根据传感器的不同响应图案来识别不同的气体，这便是“专业化”识别的体现。

### **1.2.3**电子鼻技术的基本原理

电子鼻的工作可简单归纳为：传感器阵列－信号预处理－神经网络和各种算法－计算机识别(气体定性定量分析)。从功能上讲，气体传感器阵列相当于人类嗅觉感知系统中的大量嗅觉受体细胞，神经网络和计算机识别相当于人类的大脑中的“嗅觉小球”和僧帽细胞，其余部分则相当于嗅神经信号传递系统。电子鼻对气味的分析过程如图 2 所示。



**图 ２ 电子鼻对气味的分析过程**

电子鼻系统中，传感器及其阵列是电子鼻的关键,它的功能是把不同的气味分子在其表面的化学作用转化为可测的电信号。传感器阵列可以采用数个单独的气敏传感器组合而成，也可以采用集成工艺制作专门的气敏传感器阵列。后者体积小，功耗低，便于信号的集中采集与处理。

作传感器的材料必须具备两个基本条件:

（1）对不同的气味均有响应,即通用性要强,要求对成千上万种不同的嗅味能在分子水平上作出鉴别。

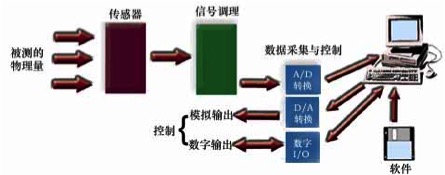
（2）与嗅味分子的相互作用或反应必须是快速、可递的,不产生任何“记忆效应”。

金属氧化物型传感器已被普遍应用在电子鼻中。最常见的材料有锡、锌、钛、钨和铱的氧化物,并掺入像铂和钯等贵金属催化剂。

酞菁类聚合物是有机半导体敏感材料的代表,它们所具有的环状结构使得吸附气体分子与有机半导体之间产生电子授受关系。不同的酞菁聚合物可选择如真空升华技术、ＬＢ膜技术、旋涂技术和自组织膜技术等制膜技术在检测器件上制得薄膜型气敏元件,并可制得传感器阵列,使其与计算机模式识别技术结合使用。

聚吡咯、蒽、二萘嵌苯、β—胡萝卜素等近年来也被用作有机半导体气敏材料受到人们关注。

传感器阵列的模拟输出经Ａ/Ｄ转换为数字信号输入计算机中的数据处理和模式识别系统,被测嗅觉的强度既可用每个传感器的输出的绝对电压、电阻或电导来表示,也可用相对信号值如归一化的电阻或电导值,即它们的变化率来比较嗅味的性质。传感器阵列输出的信号经专用软件采集、加工、处理后，利用多元数据统计分析方法、神经网络方法和模糊方法将多维响应信号转换为感官评定指标值或组成成分的浓度值，得到被测气味定性分析结果的智能解释器。传感器阵列的数据采集系统如图 3 所示。



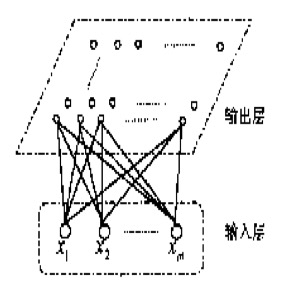
**图 ３ 传感器阵列的数据采集系统**

### **1.2.4**基于人工神经网络的气体定性定量分析

人工神经网络具有很强的非线性处理能力及模式识别能力，通过学习自动掌握隐藏在传感器响应和气味类型与强度之间的、难以用明确的模型数学表示的对应关系。神经网络是一种运算模型，由大量的节点（神经元）和之间相互联接构成。每个节点代表一种特定的输出函数（激励函数）。每两个节点间的连接都代表一个对于通过该连接信号的加权值，称之为权重，相当于人工神经网络的记忆。

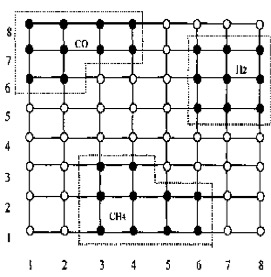
（1）气体定性分析

自组织特征映射网络（SOM网络）是一种基于无监督学习方法（没有目标输出）的人工神经网络，只有输入层和输出层两层。SOM网络的基本结构如图4所示。



**图 ４ SOM网络基本结构**

自组织特征映射网络经过学习，能够以权的形式记忆输入样本，并将相似的输入样本映射到输出层的邻近节点上，从而完成输入样本的自动分类（聚类）。当未知输入样本应用到训练后的网络时，网络输出层的拓扑映射网络结构可以反映出输入样本的性质或类别。SOM网络输入层拓扑映射如图5所示。

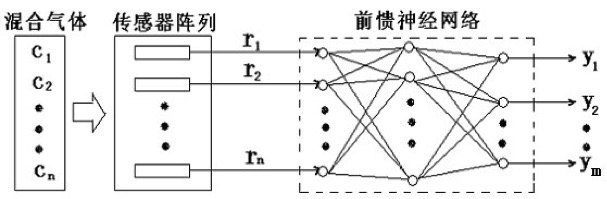


**图 ５ SOM网络输入层拓扑映射**

将各种不同的气味信息作为输入样本时，自组织特征映射网络能够以权的形式记忆气味信息，将相似的信息映射到输出层的邻近节点上，从而完成气体信息的自动分类。当未知气体应用到训练后的网络时，网络输出层的拓扑映射网络结构就可以反映出未知气体的性质。

（2）混合气体的定量分析

混合气体定量分析理论模型如图 6 所示。



**图 ６ 混合气体定量分析理论模型**

设混合气体中共有m种成分，浓度分别为C1，C2…，Cm，气体传感器阵列的维数为n，则其响应模式为R=F(C)。前馈神经网络承担模式识别任务，它接受气体传感器阵列的输出模式，经过运算处理，决策出被测介质中各成分的浓度。设神经网络的映射关系为Y=H(R)。显然，要使Y=C，必使H=F-1。系统的测量精度取决于神经网络的映射能力。

## **1.3** 气味采集系统

电子鼻与人工神经网络可以构成一个完整的气味采集系统。电子鼻利用传感器阵列可以捕捉到空气中的气味分子，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)后输入计算机中利用人工神经网络进行气体定性定量分析。

利用该气味采集系统可将气味信息转化为电信号，便于进一步的气味传输。

# 第二章 气味电子化传输系统

通过网络传输技术，借助传输介质，可以将已经转化为电信号的气味信息传输到任意终端，而利用网络编码技术可以实现高效传输。

## **2.1** 基于网络编码的高效传输技术

传统的通信网络传送数据的方式是存储转发，即除了数据的发送节点和接收节点以外的节点只负责路由，而不对数据内容做任何处理，中间节点扮演着转发器的角色[12]。网络编码是一种融合了路由和编码的信息交换技术，它的核心思想是在网络中的各个节点上对各条信道上收到的信息进行线性或者非线性的处理，然后转发给下游节点，中间节点扮演着编码器或信号处理器的角色。根据图论中的最大流-最小割定理，数据的发送方和接收方通信的最大速率不能超过双方之间的最大流值(或最小割值)[13]，如果采用传统多播放、路由的方法，一般不能达到该上界，然而通过网络编码，可以达到多播路由传输的最大流界，提高信息的传输效率。

## **2.2** 气味传输系统

网络传输结构可以构成气味传输系统，由气味采集系统得到的电子化的气味信号通过网络编码技术可以实现高效的传输，为终端接收到电子化气味信号后的气味复现奠定基础。

# 第三章 气味复现系统

气味复现系统可由“气味信息接收器”、“气味库”、“气味扩散器”三部分组成。“气味信息接收器”接收到网络传来的电子化信息后作用于“气味库”，“气味库”根据指示提供特定的气味元素，这些元素最终在“气味扩散器”中合成气味并散发出来。该系统可以与喷墨打印机类比，“气味信息接收器”相当于打印机的软件部分，“气味库”相当于复杂化的墨盒，而“气味扩散器”则相当于打印头。利用该系统，我们可以实现气味的复现。

## **3.1** 气味库的建立

要建立气味库，首先要找到合成气味的气味基本元素——“气味因子”。Amoore将气味因子归为7种，但是随后又将其拓展为20到30种[14]。Buck and Axel则称人类接受气味的的蛋白质则有100多种，而且因人而异[15]。

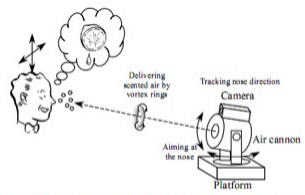
以色列著名的威茨曼研究所的数学家巴威·哈尔和生物化学家科隆·兰舍特经过长达三年的合作研究，已经能够大致分析出150种不同气味的特性。两位专家表示，从技术上讲已完全有能力制造气味发生器。气味发生器装有150余种不同的“气味基本元素”——气味因子，在收到传来的电子信息之后，就能调制出任意一种气味来。

现今的技术也许不能合成全部的气味，但随着“气味因子”的不断发现，“气味库”也将变得更加完善，可以合成更多的气味。

## **3.2** 定向气味扩散器

气味扩散器若将气味散发在空气中，接收者或许不能得到直观的嗅觉体验。一个定向气味扩散器，能够使在有限的空间内产生的气味只针对特定的对象，而不仅仅是将气味散播在空气中，即实现气味的空间可控制性。

系统总体构想如图 7 所示



**图 ７ 气味扩散器**

首先，需要检测对象鼻子的位置。为达到这个目的，可以使用普遍应用的头部追踪技术，例如电磁追踪器、机械追踪器。一旦确定了对象头部或脸部某一部位的位置，鼻子的位置便很容易计算出来。其次，安装在工作台上的气味扩散器可以被控制来对准对象的鼻子，使用两个自由度来控制气味扩散的方向。

# 第四章 气味传送系统的应用前景

气味传送系统的建立可以丰富我们的生活体验。

在电脑游戏中：当屏幕上出现枪战时，电脑房里立刻就会弥漫着硝烟的气味；

气味电视的实现：坐在屋里观看电视转播方程式赛车大赛时，我们也能闻到大马力引擎排出的废气和燃烧后的焦油气味；

教学新模式：融合气味帮助记忆教学；

网络购物：更加直观的商品信息。

# 参考文献

[1]超越空间和距离的仪器——芳香气味发生器.《机械》， 2013，（4）

[2]何桂立.关于气味信息传输的探讨.《电信网技术》，2003，（1）

[3]丁立涛.用网络传输气味.《中国科技》，2008，（6）

[4]龚古尔. 破解嗅觉之谜.《大科技(科学之迷)》,2004,（12）

[5]于梅芳 王士卿.气体传感器阵列.《传感器技术》,1995,（2）

[6]电子鼻.《中国科技信息》,2003,（10）

[7]石春燕,王剑钢.人工神经网络在混合气体定量检测中的应用.《自动化技术与应用》,2004,（7）

[8]曲建岭，王磊，高峰.运用人工神经网络进行混合气体定量分析的研究.《西安工业大学学报》,2001,（3）

[9]王政，基于网络编码的高效网络传输技术研究，2011

[10]TC Pearce，JW Gardner，W Gopel. the next generation of electronic nose[J].Sensors,1998，(3)

[11]W Gopel.Concepts and visions for electronic and bioelectronic noses[J].Sensors and Actuators B，1998，52(1-2)

[12]R. W. Yeung, S.-Y. R. Li，N. Cai, Z. Zhang.Network Coding Theory.now Publishers, 2005

[13]Tracey Ho,Desmond S. Lun.network coding：an introduction.Cambridge University Press.2008

[14] J. E. Amoore, “Odor Theory and Odor Classification,” Fragrance Chemistry (E. T. Theimer ed.), 1982, pp. 27–76.

[15] L. Buck and R. Axel, “A novel multigene family may encode odorant receptors: A molecular basis for odor recognition,” Cell, Vol. 65, 1991, pp. 175–187.