

虚拟现实技术的‘嗅频’解决方案

龙 瀛¹ 张军龙² 贾海峰¹

¹ (清华大学环境科学与工程系, 北京 100084)

² (吉林省四平市鼓风机厂, 吉林四平 136000)

E-mail: dongying02@mails.tsinghua.edu.cn

摘 要 随着计算机硬件及软件技术的飞速发展, 目前计算机视频及音频技术有了重大的突破, 虚拟现实 (Virtual Reality) 技术应运而生, 而计算机的‘嗅频’技术仍缓步不前。有分析显示, 气味较图像更吸引人。该文提出的虚拟现实技术的嗅频解决方案, 可以说是对传统的虚拟现实技术的必要补充。文章从分子角度探讨了基于 QSAR (定量结构活性关系) 的气味识别理论, 介绍了 SuperScent 气味分析专业软件的功能实现方案, 说明了用于气味识别的气味识别子系统的实现原理和用于气味发生的气味发生子系统的实现方案。

关键词 气味 虚拟现实 QSAR 嗅频

文章编号 1002-8331- (2004) 02-0087-03 文献标识码 A 中图分类号 TP391

Scent Solution for Virtual Reality Technology

Long Ying¹ Zhang Junlong² Jia Haifeng¹

¹ (Department of Environmental Science and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084)

² (Siping Fan Factory Co., Ltd. Siping Jilin 136000)

Abstract: With the rapid developing of computer hardware and software, A broken through has taken place in computer Video and Audio technology, which promote the emergence of Virtual Reality. The scent technology of computer has been ignored all the time. According to much analysis, scent is more attractive than sound and picture. The scent solution should be one complementation for traditional virtual reality technology. In this paper, the scent recognize theory on molecular level, SuperScent software realization method, scent recognizing sub-system for recognizing scent and scent generating sub-system for generating scent are introduced.

Keywords: Scent, Virtual Reality, QSAR, Scent-dio

1 前言

“烽火连三月, 家书抵万金”, 在古代, 远在他乡的游子可以通过信笺给家人报以平安; 19 世纪, 贝尔发明了电话, 可以实时听到亲人的声音; 随着计算机技术的飞速发展和网络的普及, 如今异地的交流不再局限于音频, 虚拟现实技术应运而生, 视频和音频相辅相成, 大大拉近了空间的距离。基于虚拟现实技术的可视电话、网上旅游、网上聊天、网上会议等技术方兴未艾。

在满足于视频与音频的同时, 不禁要问现在的虚拟现实是不是还缺少什么? 那就是气味。有研究显示, 气味较音频和视频更吸引人。留洋海外的游子, 多么希望能够再重温一下国内家中书房的书香, 多么希望能够再感受到母亲亲手做好的饭菜; 在通过网络旅游浏览海滨的圣景时, 略带腥味的海风更能给人以真切的感觉。正鉴于此, 既能提供视频、音频又能提供所谓‘嗅频’的虚拟现实技术的开发就提到了日程上来。未来的虚拟现实技术, 不再只是音频和视频技术的集成, ‘嗅频’在一定程度上, 是对传统的虚拟现实技术的必要补充。下面对这种解决方案进行介绍。

2 方案简介

笔者对未来的基于视频、音频和嗅频的虚拟现实技术设想的系统规划如图 1 所示。

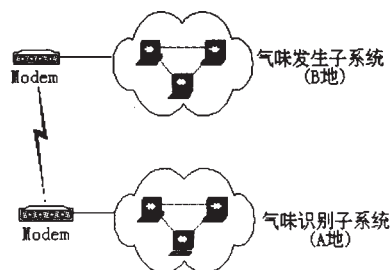


图 1 ‘嗅频’传输系统

视频与音频的传送可以利用传统的技术来实现, 下面具体介绍一下‘嗅频’异地传输的实现方案。

虚拟现实的‘嗅频’实现系统主要包括气味识别子系统、传送网络和气味发生子系统。类似于视频传送的实现方法, 气味识别子系统类似于 A 地的摄像头, 气味发生子系统类似于 B 地的显示器。气味识别子系统利用传感器对 A 地的气味进行采集, 利用未来完备的气味分类技术和人工神经网络系统, 给出 A 地实时采集到的气味类型, 每隔一定时间采集一个样品, 通过传输网络把代表 A 地各个时间序列的气味类型的数字信

号传送给 B 地的气味发生子系统。B 地的气味发生子系统接收到 A 地气味的数字信号后利用这一数字信号,再辅以气味信号分析系统,来控制 B 地的气味发生子系统的装有不同种气味液体的喷头矩阵的各个单元喷头的开度,以实现 A 地气味的实时模拟。这样就可以实现嗅频的异地传输,从而实现基于视频、音频和嗅频的虚拟现实技术。

这套解决方案的基础是气味的基本理论,只有对气味的基本理论有了深入的研究和理解,才可以实现气味的数码发生与识别。下面分别对气味的有关基本理论进行介绍并提出气味理论的发展目标。

3 基本理论

基因技术的成熟也促进了气味理论的发展,能够产生气味的物质主要是有机物,为醛类、酮类和酯类等。那么化学物质的气味与其分子结构有什么关系呢?对原有的分子结构作简单的调整它的气味又会有什么改变呢?几种化合物的混合气味的改变从分子的角度考虑又是怎样的原理呢?拟从分子的角度来研究化学物质的气味,首先可以先收集各种化学物质的气味,对其进行统计研究,建立分子模型与气味的模型数据库,以了解分子的结构对气味的影响情况,应用人工神经网络对已有的有机物的气味和结构建立 SAR (Structure-activity relationships) 对应,这样就可以对未知气味的分子根据其分子结构判断其气味类型。从而为气味的模拟提供了坚实的基础。这里所说的气味的模拟,主要是依靠不同的化学品来实现。

通过大量的实验数据建立分子结构与气味(分子活性的一种)的关系,依据人工神经网络及专家系统,建立一套数码气味 QSAR (Quantitative Structure Activity Relationship, 分子定量结构活性关系)数据库系统,借以指导新开发的化合物及现存的未知气味的化合物的气味判定。

依据 QSAR,对应每一种化合物都可以计算出描述分子结构的分子连接指数、边邻接指数、Winner 指数、信息指数、平均信息指数、J 指数、IC、SIC、CIC 等拓扑指数,这样化合物间分子结构差异引起的气味差异,就可以归结为这些拓扑指数对分子气味的影响。在这种理论基础及已知气味的化合物的基础上,拟开发分子气味识别软件 SuperScent 作为有机物质的气味判别。尤其是那些有毒物质,不适合人工检测技术,通过 SuperScent 程序,输入用于描述该物质分子结构对应的 .mol 描述文件,按照其分子结构和已有的训练数据,就可以得到相应的气味属性值。

要实现气味的模拟,还应该有一个完善的气味分类标准。历来气味都没有一个规范分类,气味并不是绝对的,它是和人的嗅觉灵敏度、心理因素、生理因素等都有着密切的关系。并不能仅以香、臭、刺激性、辣等作为气味的分类标准,首先有必要对气味进行定性的分类,然后对各类进行定量标准分类。可

以建立一个“数码气味资料库”,为每一种气味注册。

将表现气味的词汇搜集在一起制成直方图,有研究显示:樟脑臭、刺激臭、醚臭、花香、薄荷臭、麝香气味、恶臭等 7 个词汇的应用显然比其它表现气味的词汇多,因此认为这 7 种气味是“原臭”可能性很大。

为用这些词汇所表现的物质建立分子模型,可以发现具有相同气味的分子在外形上有很大的共同性。形象地把这些气味分子以及接受这些分子的嗅细胞的感受部位比作“键与键孔”。可以认为感受气味的嗅细胞的感受膜是凹形的,当气味分子象键一般插入形状合适的凹形感受部位时,便会刺激感受部位,从而产生嗅觉。对于那些不属上述 7 种“原臭”中任何一种的气味,则看成几种气味分子同时插入相应的凹形感受部位,产生刺激后所形成的复合气味。

4 气味识别子系统

有了数码气味资料库,可以对要分析的气味与数码气味资料库中的气味一一对比,就可以确定要检测的气味的具体定量值。该操作可以应用特定仪器自动实现。先通过仪器定性地检测出未知气味的定性分类,然后再类似于 pH 试纸测 pH 值的方法定量地分析出该气味的具体数码值。要实现这一点,传感器的应用就显得很重要。基于人工神经网络的气味识别子系统结构如图 2 所示。

气味识别子系统由气敏传感器阵列和模式分类两大模块构成。气敏传感器阵列在功能上相当于人的嗅感细胞,模式识别模块、智能解释模块和知识库相当于人的大脑,其余部分则相当于嗅神经信号传递系统。

4.1 气敏传感器阵列模块

气敏传感器可以采用 SnO_2 作为主要材料,当敏感层表面与空气接触时,空气中的氧分子靠电子亲和力捕获敏感层表面上的自由电子而吸附在 SnO_2 膜表面上,从而在晶体表面上形成一个电势,这一电势限制了电子的流动,导致器件的电阻增加,从而使 SnO_2 表面带负电。当传感器被加热到某个温度并与空气接触时,气味分子与 SnO_2 表面的吸附氧发生化学反应,降低了电势大小,使电子容易流动,从而降低器件的阻值。不同气味分子对阻值的降低程度是不同的,输出电压的高低转化成为数字信号,由每个传感器对应的数字信号值组成的矩阵对应着相应的气味信息,从而实现了气味的数字化。

4.2 模式分类主模块

气味识别子系统对气味分子识别的敏感效应是由气敏传感器阵列共同作用的结果。因此对含有多种成分的气味只有从各种不同的角度进行考察,才能有较全面的认识,即采用性能彼此重叠的多个气敏传感器组成阵列传感器对气味进行检测。这样如何用一种模式分类方法来判断气味的类别和某些成分存在与否及其浓度的高低就显得很重要了。

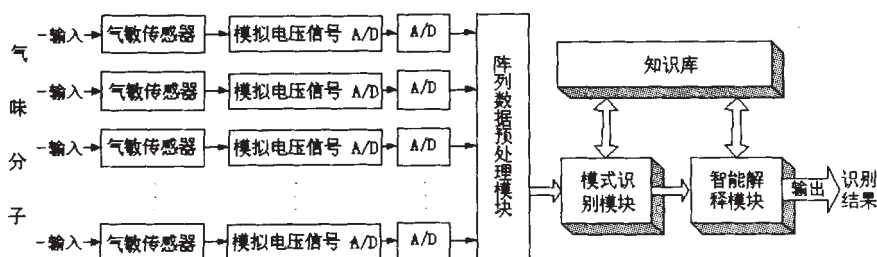


图 2 气味识别子系统结构框图

气味识别子系统采用神经网络方法来对气味进行判别。神经网络方法既模仿人的逻辑思维又能模仿人的形象思维,是一种典型的非参数方法。神经网络通过自学习,自动地掌握和理解隐藏在事物内部的、不能用明确的数学公式表示的关系。它在分类速度与精度等方面也显示出很大的优势。

综上所述,可以用图3来表示气味识别子系统对气味的识别过程。

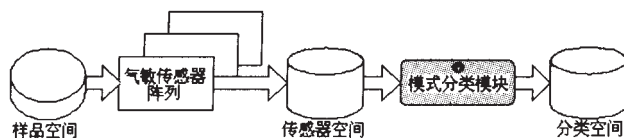


图3 气味识别子系统气味识别示意图

5 气味发生子系统

5.1 基本原理

气味发生子系统的主体部分——出液槽共计被分为4行6列共24个网格单元,每个网格单元对应一个喷头,每个喷头对应的网格单元内盛有不同气味的化学溶液(要求无色无毒),每个小格子绝热,且有控制电路,当处于开状态时喷头打开,其开度可以通过程序控制,喷头向发生器内的预留空间喷射直径几微米的液雾,通风装置混合预留空间内的各种液雾,然后向外界空间喷洒。同一时刻可以有多个喷头同时开启,达到所需要的气味。电路控制由程序控制,事先可以把单位时间的气味信息编制成文件,由相应的播放器读取文件,以实现某一时间的控制。也可以考虑在控制的同时对预留空间或外部空间的气味信号进行采样并进行模数转换,用于控制信号的反馈信号,以实现更为精确的控制。

为了提高可实现性和适用性,可以把具有不同气味的液体进行编号,然后进行分类,24个为一组,代表某一类的气味,这样可以设计成为出液槽阵列,以满足更广泛的应用。如果条件允许,可以考虑采用出液槽阵列来实现复杂气味的发生。

控制电路如下:考虑到实际情况,考虑采取24针并行接口实现计算机和气味发生子系统的数据传输,采用模数转换器来把采集到的信号数字化并加以分析,采用数模转换器来把文件的数字信号转换成电压信号来实现喷头的开启和关闭。喷头的开启电路可以采用比较基础的模拟开关,采用运算放大器进行辅助。

关于控制信号,是由驱动程序根据播放器的数据文件的产生。驱动程序属于底层编程,可以采用汇编语言或者C语言进行编制,播放器应该具有可视化设计气味控制文件,读取气味控制文件的功能,由于计算机及操作系统的原因,可以采用跨平台运行的JAVA语言进行编程。关于气味控制文件,可以简单地把它看成最基本的“嗅频”文件,就像音频的最基本的WAVE文件。而这里的播放器,也就类似于一般的视频编辑软件,只是它多了编辑和播放“嗅频”的功能。

上面介绍的是基于计算机控制的气味发生子系统,而基于单片机的的气味发生子系统,主要应用于公共场所调节空气气味,考虑到它的气味变化不大,可以不采用可编程式控制,只提供可以选择的几种气味方式。如果需要,也可以把它的功能做成与基于PC的一样复杂。它的基本控制原理和基于计算机的区别不大,主要应该考虑采用哪种单片机,才能得到最大的性价比。

5.2 “嗅频”文件(WP)格式($t \times 4 \times 6$ 矩阵A)

WP文件格式分为两类,一类是以时间 t 为一维坐标, 4×6 矩阵A为另一维坐标,每一个时间对应一个 4×6 矩阵A,A的各项为0或1,1代表喷头处于接通状态,0代表喷头处于关闭状态;时间 t 表是时间的长度,这样就可以表示任意一段时间内各个喷头的状态,从而达到控制要求。例如:

$$t=2: A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

$$t=4: A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

$$t=2: A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

这段代码表示前二秒,喷头1、2、3处于开状态,喷头4处于关状态;下4秒喷头1、2处于关状态,喷头3、4处于开状态;下二秒,喷头1、3、4处于开状态,喷头2处于关状态,其余喷头的状态依此类推。这一种文件格式将成为WP的主流格式,应用于基于时间的气味发生控制。

WP文件的另一种格式是以像素点坐标 $[X, Y]$ 为一维坐标, 4×6 矩阵A为另一维坐标,每一个像素点对应一个 4×6 矩阵A,A的各项或者为0或者为1,1代表喷头处于接通状态,0代表喷头处于断开状态;这样就可以决定每个像素点上各个喷头的状态,从而达到控制要求。此类文件应用于打印机和网页。例如:要打印一张图片,希望图片中的苹果打印出来能够带有特定的苹果香味,那么,可以确定每一个像素点的A值,从而实现这种要求。

考虑到嗅频文件的大小,可以借鉴GIF动画文件的数据压缩算法,记录每一个时间内喷头状态的变化,而不是后来的状态,这样文件将被大大压缩。当然,这种算法只适用于那种状态变化的喷头数小于不变化的喷头数目。

为了实现使气味更加精确地产生,要设计开度可以控制的喷头。以基于时间序列的文件格式为例,相应的文件内容就相应变为如下的形式:

$$t=2: A = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.8 & 0.6 & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

$$t=4: A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.1 & 0.3 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

$$t=2: A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0.4 & 0.2 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

6 展望

这套虚拟现实技术的嗅频解决方案,还可以带动气味在其它领域的应用,如带有“嗅频”的网站、电子邮件、电影、音乐、电子商务、交互式游戏、打印文档和媒体广告等,使用者可以从中获得难忘的体验。传统的行业,如化妆品公司、香水公司和糖果公司等,一改传统的设计理念,引用这种技术和设备提高产品的设计效率。

在目前的技术条件下,这套解决方案的实现还存在一定的难度,但它至少给出了这套方案实现的技术路线和理论需求。随着相应精密仪器的研制、气味理论的完善和计算机控制技术的发展,虚拟现实技术的“嗅频”一定会如同今天的音频和视频技术为大众所接受。(收稿日期:2003年3月)

参考文献

1. 夏云. 香料科学[M]. 北京: 轻工业出版社, 1987
2. 孙作民. 结构化学[M]. 陕西: 陕西师范大学出版社, 1990
3. 游效增. 结构化学计算[M]. 北京: 人民教育出版社, 1979
4. 张立明. 人工神经网络的模型及其应用[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1993
5. 章燕申. 控制系统的设计与实践[M]. 北京: 清华大学出版社, 1992