

21 世纪工程技术新型教程系列

信息媒体 工程

〔日〕 美浓导彦 编
西田正吾

本系列为日本名牌大学面向 21 世纪教育改革成果

科学出版社

OHM社

薄

最薄的大学专业系列教材。易于讲授

精

内容充实精要，结构紧凑。易于学习

新

反映理论与实用技术的最新发展。易于成才



信息媒体工程

〔日〕美浓导彦 西田正吾 编
白玉林 王毓仁 商福昆 译

科学出版社 OHM 社
2001

FC7P / 17

图字:01-2000-1517号

Original Japanese edition

Shinsedai Kougaku Shiriizu; Jouhou Media Kougaku

by Michihiko Minou and Shougo Nishida

Copyright © 1999 by Michihiko Minou and Shougo Nishida

Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese language edition is co-published by Ohmsha, Ltd. and Science Press.

Copyright © 2000

All rights reserved.

本书中文版版权为科学出版社和 OHM 社所共有

**新世代工学シリーズ
情報メディア工学**

美濃導彦 西田正吾 オーム社 1999 第1版 第1刷

图书在版编目(CIP)数据

信息媒体工程/[日]美浓导彦、西田正吾编;白玉林等译.

—北京:科学出版社,2001.2

(21世纪工程技术新型教程系列)

ISBN 7-03-008933-2

I. 信… II. ①美…②西…③白… III. 媒体-信息技术-教材 IV. G202

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 56895 号

北京东方科龙电脑图文制作有限公司 制作

科学出版社 OHM 社 出版

北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2001 年 2 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2001 年 2 月第一次印刷 印张: 11 1/2

印数: 1—5 000

字数: 208 000

定 价: 23.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

丛书序

主编 樱井良文

现在,很多大学正在进行学部、学科的重组,以研究生培养为重点,引入学期制,采用新的课程体系和不断深入的教育计划改革,特别是由于学期制教育的引入,使得原来以分册编写的教材在一个学期的教学中很难消化。因此,各学校对“易教”、“易学”的教材需求越来越迫切。

《21世纪工程技术新型教程系列》是面向通信、信息,电子、材料,电力、能源,以及系统、控制等多学科领域的新型教程系列。这些教程均由活跃在各学科领域第一线的教授任主编,由年轻有为的学者执笔,内容丰富,有利于对学科基础的理解。版面设计时为学生留出了写笔记的空间,是一种可以兼作笔记,风格别致的教科书。

希望肩负新世纪工程技术领域发展重任的青年读者们,通过本教程系列的学习,建立扎实的学科基础,在实践中充分发挥自己的应用能力。

21世纪工程技术新型教程系列编辑委员会

主 编

樱井良文 大阪工业大学校长
大阪大学名誉教授

副主编

西川 伟一 大阪工业大学信息科学部学部长
京都大学名誉教授

编委(按姓氏笔画顺序)

广濑全孝	广岛大学教授	井口征士	大阪大学教授
木村磐根	大阪工业大学教授 京都大学名誉教授	仁田旦三	东京大学教授
白井良明	大阪大学教授	西原 浩	大阪大学教授
池田克夫	京都大学教授	滨川圭弘	立命馆大学副校长 大阪大学名誉教授

中文版序言

在刚刚过去的 20 世纪中,最时髦的名词莫过于“信息”一词。尤其是在世纪末的最后一二十年间,以计算机通信、网络为代表的信息技术(IT)有了惊人的进步,取得了巨大的成功。从信息爆炸,信息网络到信息社会,信息时代等众多与 IT 技术及其影响有关的名词更是花样翻新、层出不穷,充斥着各种新老传媒(media)。但如果以冷静、发展的眼光,特别是结合我国实际情况来看,充其量只能说我们的社会才开始真正步入信息时代,或者说蕴含于信息基因中的魔鬼般的力量,才刚刚开始人类社会中发挥作用。人们对各种信息媒体的认识和应用还远远赶不上社会发展的迫切需求。简言之,“We've a long way to go”。因此,我们向大家推荐这本来自东瀛的《信息媒体工程》一书,作为在新世纪继续推进信息技术的新年礼物。

本书从信息媒体工程学的理论角度及从人类的耳、目、口、鼻、舌五官的功能和需要出发,对视觉、听觉、嗅觉、味觉、触觉五感进行了分析。并且从理论上较全面地对信息媒体技术在本世纪的发展进行了介绍。内容有自然语言处理、语音识别、音乐处理、图像处理,以及文字识别、影像分析等等,几乎涉及到信息媒体工程学的的所有主要研究领域。

为了增加中文版的可读性,译者将原书中部分诗词、歌曲及程序的举例改为中国人容易理解且喜闻乐见的内容,并对原文的有关部分进行了适当的删改,以飨中国读者。

本书第 1,2,3,7,8,10 章由王毓仁翻译;第 4,5,6,9,11,12 章由白玉林翻译;第 13 章由商福昆翻译。杜建芝、白雪参加了全书的文稿整理、校勘工作。特别是科学出版社的责任编辑对本书译文作了仔细推敲,增色许多。尽管如此,由于本书内容广泛、名词新颖、翻译难度较大,因此错误之处还需读者指正。

“他山之石,可以攻玉”,本书可作为我国大专院校信息媒体工程学的参考教材,或作为信息媒体工程领域的科技人员的学习用书,都是很适宜的。

北京软件行业协会

评审专家组研究员

江 辰

2001 年元旦

前言

目前,计算机已从一个计算设备转变成成为处理信息并传播信息的媒体。带来这种变化的原因是计算机的价格不断在降低,图形、图像、声音等表现媒体已经有了数字压缩方式的国际标准,再就是开放的互联网政策。因此,可以说社会离开了以计算机为中心的信息媒体,则不能称其为社会,这种说法一点都不过分。

信息是以人为中心的一种概念。若要科学地去运作,就必须引用香农(C. E. Shannon)的观点,即不考虑人和传输的内容。可以定义一种信息量,只以传送信息的字符发生率来定义信息量。但现实社会的状况是复杂的,仅用这种模式过于简单了些。我们可以用信息学这个词,再从信息这个观点进行研究。

以前,算法与数据是不可分的,但从概念上是可以分开并独立研究的。依此类推,信息和传输信息的媒体也是不可分的。研究信息的本质时,研究传送信息的媒体就显得相当重要。但仅仅研究媒体还不能了解信息的本质,必须把信息与媒体结合起来研究,这在学术和工程上都是很重要的。因此,研究传输信息的信息媒体就被称为信息媒体工程学。

信息媒体工程学还是一个年轻的学科分支,为它编写教科书可能是一次轻率的尝试。以什么内容为中心?要什么样的结构?在大学是否能讲授?这些都是要面对的困难。经过考虑后,我认为应先对人的五个感官(五感)相对应的信息媒体进行广泛深入的叙述,然后再据此将所传输的信息实质进行力所能及的解说。另外,为了解释信息媒体还需要深邃而广博的知识。由于科学的分工太细,现在有的大学教师只研究狭窄的专门学科,用本书作为教科书时能否讲得透彻?因此,我关照各位执笔者要突出各种基本概念,在所分担的各章中既要写好基本概念,也要突出媒体的实质。写成的书能否符合初衷,是对作者能力的考验,也是作者的责任,不足之处请读者批评指正。

最后向推荐作者的大阪大学白井良明教授,以及从本书策划到出版,鼎力协助的欧姆社各位表示诚挚的谢意。

美浓导彦 西田正吾

目 录

第 1 章 信息媒体工程学介绍	1
1.1 信息媒体	1
1.2 利用信息媒体的通信	2
1.3 表现媒体的种类	5
1.4 关于信息媒体工程学	8
第 2 章 人的知觉	11
2.1 人的五感	11
2.2 眼睛结构和特性	12
2.2.1 眼睛结构	12
2.2.2 光亮度的知觉	13
2.2.3 色觉	14
2.2.4 视觉的时间特性	15
2.2.5 形状和进深的知觉	15
2.3 耳朵结构和特性	17
2.3.1 耳朵结构	17
2.3.2 声音大小	18
2.3.3 声音高度	19
2.3.4 听觉空间的知觉	20
2.4 提示	21
第 3 章 自然语言的处理	23
3.1 假名汉字变换	23
3.1.1 FEP	23
3.1.2 字符代码	24
3.2 计算机对日语文章的理解能力	28
3.2.1 形态元分析	28
3.2.2 结构分析	29
3.2.3 意义分析	30
3.3 机器翻译	32
3.4 全文检索	33

3.5	网页描述语言	35
3.5.1	HTML	35
3.5.2	高级程序 SGML	36
3.5.3	XML;SGML 的新形式	37
3.5.4	PostScript 与 PDF	38
第 4 章	语音分析	41
4.1	何谓声音	41
4.1.1	声学的观点	41
4.1.2	系统论观点	42
4.2	声音分析	43
4.2.1	计算机的声音分析	43
4.2.2	推定声道特性的典型方法	44
4.2.3	声音特性分析	48
第 5 章	人与计算机的语音交流	53
5.1	计算机的语音识别	53
5.1.1	识别方法的级别	53
5.1.2	隐式马尔可夫模型	54
5.1.3	实际使用时遇到的问题	56
5.1.4	声音判断	57
5.1.5	语音的功能	57
5.2	会说话的计算机	58
5.2.1	合成语音的用途	58
5.2.2	合成单位与质量的关系	59
5.2.3	实用的语音合成方法	60
5.2.4	稍微变通的用法	60
第 6 章	音乐媒体	63
6.1	音乐传递信息	63
6.1.1	音乐在媒体中的位置	63
6.1.2	音乐的起源与发展	66
6.2	音乐与语言	68
6.2.1	不同的目的	69
6.2.2	对应的层次	69
6.2.3	演奏者与听者的支配能力问题	71
6.2.4	对音乐的理解	71
6.2.5	语句与非语句,音乐与非音乐	74

6.3 计算机技术与音乐	74
6.3.1 计算机音乐	75
6.3.2 音乐多媒体化的功过	78
6.3.3 音频播放技术的进步	80
第7章 图像处理	83
7.1 图像处理	83
7.1.1 图像的概念	83
7.1.2 图像处理的分类	84
7.1.3 将图像转换成计算机的信息	84
7.1.4 图像处理的基本方法	85
7.2 图像的清晰化	86
7.2.1 图像发暗时不易辨认	87
7.2.2 看不清楚的图像	87
7.2.3 对模糊图像的处理	88
7.3 测试外形	89
7.3.1 图像二值化	89
7.3.2 物体的分离	90
7.3.3 计算物体的形状	91
7.4 找寻喜欢的景物	91
7.4.1 寻找亮度与色彩	91
7.4.2 计算形状	91
7.4.3 形状比较	91
7.4.4 形状探索	92
第8章 文字识别与合成	93
8.1 计算机文字识别技术——OCR	93
8.1.1 模式识别	93
8.1.2 文字识别与 OCR	93
8.1.3 OCR 的基础知识	94
8.2 识别印刷体与手写体的不同点	95
8.2.1 印刷体与手写体	95
8.2.2 字型选配法	95
8.2.3 特征提取法	96
8.2.4 文字识别的难度	96
8.3 计算机的朗读能力与文章结构分析	97
8.3.1 文章结构分析的基本方法	97
8.3.2 文章结构分析的难度	99
8.4 各种文字的生成与显示	100

8.4.1	日语文字处理的发展	100
8.4.2	点阵文字字型方式	100
8.4.3	轮廓模式的方法	101
第 9 章	利用计算机处理图纸与地图	103
9.1	图纸和地图系统的演变与发展	103
9.2	计算机对图纸和地图的理解	104
9.3	识别图纸与地图的基本方法	107
9.3.1	轮廓线的轨迹	107
9.3.2	细线化	108
9.3.3	折线近似	109
9.3.4	折线近似的矢量化	110
9.4	地理信息系统(GIS)	110
9.4.1	GIS 数据库系统的特征	110
9.4.2	GIS 媒体系统的特征	112
第 10 章	三维的认识	115
10.1	二维图像中得到三维信息的方法	115
10.2	观察立体	117
10.3	由线条画看到的立体	119
10.4	利用阴影识别立体	122
第 11 章	日益成熟的图像技术	125
11.1	计算机图像处理技术介绍	125
11.2	建模技术(modeling)	126
11.2.1	三维几何模型的种类	126
11.2.2	物理模型	127
11.3	重现透视技术(rendering)	128
11.3.1	投影变换	129
11.3.2	阴影线消除与隐蔽面消除	129
11.3.3	求解明暗面(shading)	130
11.3.4	柔和明暗法(smooth-shading)	131
11.3.5	映射(mapping)	132
11.3.6	变形(maving)	133
11.4	动画的制作过程	134

第 12 章 影像画面结构分析	137
12.1 影像中的信息	137
12.1.1 影像信息检索	137
12.1.2 影像结构化	138
12.1.3 影像压缩	139
12.2 检测影像的片断画面	140
12.2.1 基于帧间变化的方法	140
12.2.2 基于帧间相似性的方法	142
12.2.3 检测取出的特殊片断画面	143
12.3 帧图像处理	144
12.3.1 检测图像类似区间	144
12.3.2 影像识别	146
12.4 追踪检测到的对象	146
12.4.1 以图像为单位	147
12.4.2 以区域为单位	147
12.4.3 以像素为单位	147
12.5 分析对象的动作	149
12.5.1 用动态规划来识别动作	150
12.5.2 用隐式马尔可夫模型法识别动作	150
第 13 章 信息媒体与感性	153
13.1 感性	153
13.2 感性信息的计算机处理	154
13.2.1 信息媒体具有的感性侧面	154
13.2.2 感性信息处理	154
13.2.3 感性信息处理的水平	155
13.3 感性的测量	156
13.3.1 利用 SD 法的感性测量	156
13.3.2 感性评价与物理量的关系	158
13.4 媒体中取出的感性信息	159
13.4.1 色彩与感性	159
13.4.2 结构图与感性	160
13.5 制作有感性要素的图像	162
13.5.1 肖像画	162
13.5.2 绘画风格图像的生成	163
参考文献	165

第1章 信息媒体工程学介绍

向人们传递信息的手段统称为信息媒体。既然人是通过感官从外界获得信息,则信息媒体必须刺激人的感官而传递信息,而感官必须具有感觉功能。本章就信息媒体与人之间的通信方式来讨论信息媒体。

1.1 信息媒体

媒体有各种含义,在日常生活中的媒体大多指电视、广播、报纸、杂志等。但是,电话、传真也是通信用的媒体,而卫星、无线电同样也是通信媒体,日本《广辞苑辞典》中把媒体称为“媒介物质”。

人们通常的活动之一是与他人交流,但交流需要媒体。以电话为例,电话是把人的声音变为电信号传递到远处的媒体,此时传递人的声音的媒介是电信号,电信号又是以电线为媒介的。另外,人的声音是传递语言的媒介,而语言又是传递信息的媒介。

由此可知,媒体有多重结构,所以必须将各种有关术语进行归类整理,故本章将它们归纳为:

① 信息媒体:从高级概念上认为信息媒体是传递信息的媒介,具体可有报纸、收音机、电视机、电话等。

使用什么样的表现媒体,采用什么样的信息媒体均显示出它们的各自特点^[1]。

② 表现媒体:表现想要传递的信息所使用的媒介称为表现媒体。如语言、图像、文字等。表现媒体可分为表现一个个独立的概念(符号),如语言,也有以连续的信号模式表现的,如声音、图像等。语言是单个的表现方式,其信息与表述的内容较接近,但抽象度高,而图像、声音表现的模式由于采样方式的不同,其观察到的信号有离散性,因此其结果也是各式各样的,抽象度极低,因此可以说符号表现比模式表现更接近信息,级别也高。将模式变换为符号的处理称为模式识别,而将符号变换为模式的处理称为模式生成。

③ 通信媒体:用于传递表现媒体所用的媒介称为通信媒体。如传递

电信号用的电线,写字用的信纸,传递声音的空气等。

电话是传递信息的信息媒体,而表现媒体是语言、声音。通信媒体用有线方式时,是靠电线通话;而用无线方式时,则是靠空间通话。以前人们可用的信息媒体由于条件限制只能使用有限的表现媒体,如写信只能用文字和图形,电话只能用声音等。

使用计算机作为信息媒体后,就可使用各种各样的表现媒体,即多用途信息媒体。也就是说,所有用电信号能表达的表现媒体都可以使用,而由于开发了各种特殊传感器,如果能用电信号表现,则计算机处理的表现媒体可以比人的感官所有的感觉功能还要高明。

人与计算机要畅通无阻地进行通信,就必须发展高性能、多用途的信息媒体,为此计算机就必须具备处理各种信息媒体的功能,即将模式级的表现媒体进行处理后变换成字符模式加以表现,那么如何将信息取出,以及如何将字符级的信息变换为模式级来表现,这些技术是很重要的,若没有这些技术,计算机信息媒体的发展是不可能的。

1.2 利用信息媒体的通信

人与人之间的通信必须具备时间与空间两个因素,即当事人必须在共有时间、共有空间才行。所谓共有空间,即要依赖于通信者的感觉器官和信号发生器官的功能。如果是人与人之间的通信,则相互要在能听见声音、彼此能看得见的范围内进行。通信交流有时虽然受时间与空间的制约,但可使用多种媒体(声音、图像、文字等)。这种情况下从对方的反应传回来的是实时通信,这是有利的一面。

电信号通信技术的进步,使人们通信时不受时间与空间的制约,但却失去了多种媒体同时使用的好处,损失了实时性。例如,打电话时具有实时性的声音媒体,克服了空间的制约,但损失了多种媒体的好处。写在纸上的文字克服了空间的制约,但损失了实时性。因此,以前的信息媒体为了克服时空的制约,自身就增加了一定程度的制约。

而由计算机与网络所构成的信息媒体,既不缺多种媒体与实时性,也可以克服空间限制而形成强有力的信息系统,这种可能是存在的。当然也可以做到克服时间限制而做到多媒体通信(当然,这要损失实时性)。

要讨论作为信息媒体的计算机与人之间的通信,首先就要讨论人与人之间的通信。所谓通信就是要传递某些信息,或从某处获取某些信息,这是人们的意图。通信当事者中某一方是信息的传递者,要传递的信息在他的脑子里,而人脑中的信息是怎样变换目前还不十分清楚。

信息应该以一种形式表现出来,这种过程称为**信息表现过程**。图1.1是不考虑产生意图的主体而观察客体的表现过程。

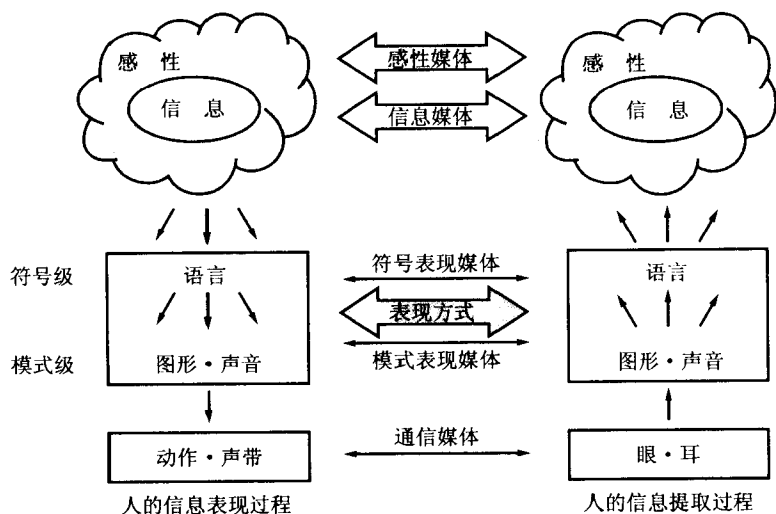


图 1.1 人与人之间的通信模式

假定脑子里的信息是伴随着感性而存在的(感性是人能感知的事物,像语言是用形容词来表现的一样),伴随着感性而存在的信息则用相应的表现媒体去表现。表现媒体有符号表现和模式表现两种。要表现的信息用符号表现或直接用模式表现,可任选其一种。符号表现可以语言为媒介,词言又和用语言所表达的信息相对应。然而符号表现在脑子里的表现方式(明确地说是意识)是由模式表现的,这使对方能够懂得传来的信息。也就是说,脑子里的符号表现通过读文章或用文字写在纸上,使通信的对方能够正确地观察到。这样从直接信息所表现的模式表现是通过通信媒体而传递的。例如,人在发声的时候,声音通过空气的疏密波变化传递到对方的耳中。

在信息表现过程中,同时也表现感性,即符号表现也能表现感性,而同一种符号表现在变换为模式表现时也能表现感性。例如可用文章表现愤怒,也可以用语气表现愤怒。

听的一方通过感觉器官从通信媒体接收信号,如果是声音,则用耳朵去感知。这些信息此后又是怎样表现的呢?目前还不太清楚,不过它总是以什么方式表现出来,将来总有某种解释,而这个过程称为信息提取过程。有关人的知觉结构将在第2章中讲述。

这里需要强调的是,在这个模块中说话方由信息生成符号表现的过程,由符号表现生成模式表现的过程,以及听方把模式表现复原成符号表现的过程和对符号表现进行提取的过程,都不是一对一过程,而是一对多过程,即对说话方来说,同样的信息可用各种各样的表现形态去表现,同时,听方可从一个模式表现中提取各种各样的信息(见图1.2)。

动翻译,对模糊不清的信息进行信息检索,个人用户的事务处理等,让它向对人们有帮助的智能信息媒体化方向大踏步前进^[12]。

1.3 表现媒体的种类

用计算机对各种各样的表现媒体进行处理时,首先要把媒体所具有的信息进行数字化后再输入到计算机中,然后对输入的表现媒体所带的信息进行处理,再将所处理的信息用所对应的表现媒体来表现,然后有必要对人做出一种提示。换句话说,把人靠感官所感觉到的各种表现媒体,在输入装置中转换成电信号,再用计算机处理;此后,再把处理结果的电信号以人能感知的形式,用输出装置表现出来。这样,计算机就成为可操作的表现媒体了。

与感官相对应的输入、输出装置是否使用方便、价格便宜,并且对信号是否能进行有效处理,而且这种表现媒体可否作为信息媒体使用等都是关键问题。

人的感觉包括视觉、听觉、触觉、味觉、嗅觉等^[3],现从表现媒体方面对这些感觉进行一些讨论。

(1) 视觉

这是一种非接触性感觉,它占人们从外界得到信息的很大一部分。视觉的通信媒介是可见光,与其它感觉通信媒体相比,它能感知远距离信号,对三维空间中的目标、形状、色彩、动态等有关信息可用二维的视觉提取信号。要使提取的内容更加丰富,信息处理是非常重要的。相当于视觉的输入、输出装置,有照相机、扫描仪、打印机、显示器等。

与视觉相关的表现媒体,有对应于语言的文字、图形、画像和从三维世界看到的景色等。从这些图像中提取信息,再对这些信息进行图像形成处理,这种是一对多的处理,计算机作自动处理时有难度,那么人怎样介入才能进行正确处理呢?这正是关键所在。

(2) 听觉

听觉是非接触性感觉,通信媒介是空气的疏密波,它的传播速度比光慢,其感知距离是有限的;所处理的信息量虽少,但从各个方面来的信号立即就能感知。类似听觉的输入、输出装置有话筒和喇叭,这种设备开发的历史已经有很长时间了,人从外界得到的信息量,听觉仅次于视觉,这两种信息量占人所得到的信息量的绝大部分。

从信息处理的重要性来说,有关声音的表现媒体除人的语言外,就数音乐了。音乐分为人们制作出来的和在自然界中原本存在的声音,从这些声音中提取信息,把各种各样的信息用声音来表现是有必要的。有关人的声音的处理,即语音识别、语音合成已经达到了实际应用水平。

(3) 触觉

触觉是皮肤接触到的接触感觉,是由于机械刺激、温度刺激、侵害性刺激等引起的,因此没有作为信号媒介的通信媒体,是输入装置(接收刺激的皮肤)和输出装置(引起刺激的装置)直接接触。因此,把触觉作为计算机输入装置的试验比视觉、听觉的输入装置试验晚了很多,但在假想现实感方面的研究,将触觉作为信息媒体而利用的尝试已经活跃起来。虽然我们对各种输入、输出装置已开始给予充分的关注,但诸如获得的信号如何处理,为了产生某种感觉把信息如何变换成信号等信息处理的研究还是刚刚开始,还远远没有达到可以使用的信息媒体的阶段。

(4) 嗅觉

挥发性的物体混入空气中后,刺激鼻腔的黏膜就会引起感觉。通信媒体就是空气。其实嗅觉就是靠物质的运动,与声音相比,它所感知的距离更短。

感知气味的传感器(输入装置)是基于化学原理的。因此不仅是价格,速度缓慢是关键。最近已开发了半导体传感器,并已达到实用状态。它不单要判断气味的有无,而且需要判断有无引入信息处理的价值,目前还不明确。另外,作为输出装置,用某些时序设备可以探到各种各样的气味,但是用什么手段能消去这些气味确是尚待解决的关键问题。

(5) 味觉

以可溶性物质为媒介产生的接触感觉是味觉。这是在信息处理方面根本没有考虑过的感觉种类。而在传感器方面,有测水果糖度的传感器等。由于舌头可以感知味觉,故使用计算机测试味觉并与之对话的实用性目前还没有考虑。另外,把从味觉得到的信息进行处理的价值究竟有多大,目前还存在许多疑问。

从以上情况看,人们从外界所得到的信息中,大部分都与视觉及听觉有关,因此这种表现媒体就研究得多,并正在向前发展。不言而喻,与视觉、听觉有关的表现媒体就成了重点研究对象,其基础原理、关键技术问题和发展方向要作为中心问题来研究。

如图1.4所示,表现媒体的种类有语言媒体、声音媒体、图像媒体及映像媒体等。图中放在横轴方向上的就是上述类别,而纵轴方向是各种不同表现媒体的变换过程(识别:由模式级的表现变换为符号级的表现;生成:由符号级的表现变换为模式级的表现)。图中还对感性的表现、处理表现所用的基本技术、感觉的模型等有关信息的表现都进行了描述。

语言媒体是使用键盘输入到计算机的符号,但是,这个表现媒体比其它表现媒体的抽象度高,它所表现的东西就是符号。其表现的变换是信息与符号的变换。而自然语言的处理是从语言中提取它所想要的意思。自然语言的生成则是从某种意义表现生成符号表现的自然语言。对语言