

# 多媒体技术与智能化控制系统

周建民

沈宪章

黄 德

沈海华

(安徽大学电子技术学院) (郑州工业大学) (中国科学技术大学) (北京航空航天大学)

**摘要** 本文介绍了多媒体技术的现状;研究采用多媒体技术的控制系统;提出了该系统中神经网络的一种新的学习算法,具有更大的实用性和可开发性。

**关键词** 多媒体信息;红外触摸屏;神经网络;学习算法

**中图分类号**: TP387

## 1 多媒体技术的现状

近年来,计算机技术与图像、图形、声音、语言、文本、动画等多媒体信息的转换、传输、存储技术相结合,形成了一门崭新的学科——多媒体技术。就单一形式信息的研究与实用技术而言,已颇有历史并发展到十分成熟的阶段。但是,在科技、经济、文化等方面高度发展的现代文明社会里,任何单一形式或少数形式的信息已难以满足人们的实际需求,这是产生多媒体技术的社会的和历史的背景。另一方面,只有计算机的结构、算法、处理信息的功能、系统规模等方面发展到当今的水平,特别是从事科学研究的专家达到现有的水平,才有可能把多种形式的信息有机地结合起来。这是形成多媒体技术的物质的与技术的基础。

从表面上来看,多媒体系统采用各种网络来传输光、电、磁等多种形式的信息;采用微音器、摄像机、扫描仪、绘图仪等多种信息转换设备;采用大容量的 RAM、ROM、光盘等存储设备;采用红外触摸屏、视频拷贝机等新型的交互设备。从内里来看,多媒体系统采用了图像压缩与解压、视频处理、语音合成等技术以及先进的系统软件,这是多媒体技术发展的重要方面。

## 2 多媒体技术与工业控制

这里主要说的是,工业过程控制将会成为多媒体技术应用的一个具有广阔前景的部门。这是由于以下的原因:

2.1 在现有的自动控制系统中,控制设备(计算机、模拟控制器)从现场或控制对象所获取的信息主要是反映压力、压差、流量、液位、温度、 $PH$  值、浓度、力学量等物理量的电信号(数字量、模拟量)。这些简单的信息难以完整地描述某些工业过程的实际情况;因此,必须从现场获取诸如图像、颜色、声音、非连续的物理量等等更为复杂形式的多媒体信息,进行综合处理后,来获得对工业过程的更为详细的了解,以助于决策与行动。

2.2 现有的控制设备能够给操作者提供的输出信息太少,仅仅靠显示仪表、报表打印等手段难以使操作者及时地了解现行的动态情况与变化趋势。语音、图表、动画显示等信息的综

合运用将会是更为迅速、有效、直观的信息输出形式。

2.3 现有的交互手段远远不能满足工业控制的实际要求。尤其是在过程参数急剧变化以及临近事故状态时, 操作者通过硬件设备(按钮、开关、键盘等)输入命令以及控制设备的应答信息的输出形式, 无论在时间上还是信息量方面都难以满足实际要求。在地面上通过手势和命令指挥高空吊卸作业这样简单的事情, 目前还难以用人机交互系统的技术手段来取代。而对多媒体系统来说, 计算机对语音的识别乃至与操作者会话将会成为可能。操作者可通过语音、触摸等形式对系统及时地输入信息, 从而把控制系统的交互功能提高到更高级的水平, 满足某些实际应用的实时要求。

2.4 更为重要的是, 现有的工业控制计算机难以处理庞大的信息量以及采用更为先进的控制理论和控制方法。目前, 几乎所有的控制系统仍然是基于线性理论的, 至少是输出与输入变量之间的关系是可以用数学形式来表达或描述的。但是, 近年来一些卓越有远见的专家开始研究新的理论与方法, 来避免要建立精确的数学模型, 对神经网络与混沌学方面的研究, 使这项工作前进了一大步。其中, 混沌学的实际应用可能要到下一世纪才能实现; 而神经网络的实际应用已经获得了显著的成果, 专用神经计算机硬件产品的问世使这一研究开创了新的局面, 并行算法的采用满足了其对训练速度的要求。这里要指出的是, 可把神经网络技术看作是根据人脑神经细胞的激活和记忆联想机理的启发所创造的一种新的方法, 该方法不一定要完全复现神经组织的生物学机制, 即是说并不要求完全清楚人脑神经组织的奥秘以及逼真地模拟其功能。

总之, 多媒体技术给工业控制提供了一种新的更为完善的手段, 它在工业控制中的应用具有十分广阔的前景。

图 1 表示一个采用多媒体技术的工业控制系统。该系统中的“信息处理中心”对现场和交互设备输入的电信号(数字量、开关量、脉冲量、模拟量)以及其它形式的多媒体信息(图像、颜色、声响等等)进行解调和运算处理后, 调制并输出控制信息与多媒体交互信息。

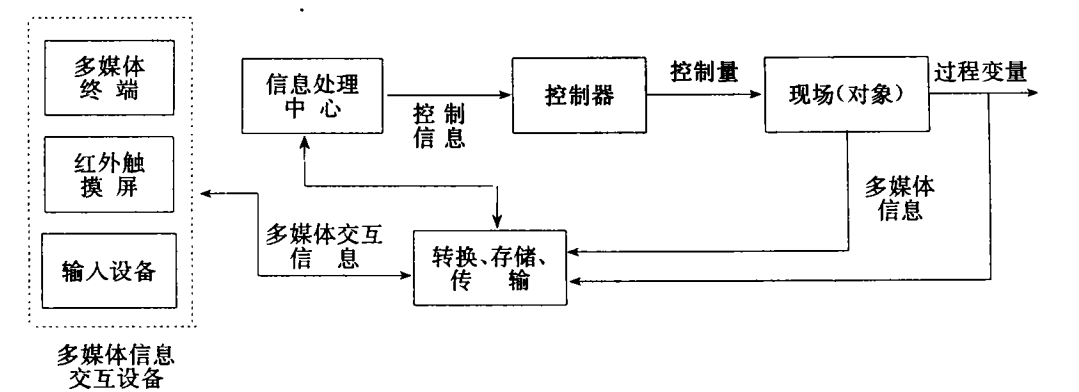


图1 多媒体技术的工业控制系统

这里要着重说明的是, 在该系统中, 红外触摸屏是人机交互的有效工具; 而信息处理中心对控制的决策与运算则采用具有智能化功能的神经网络技术, 下面分别详细说明这两个方面。

3 红外触摸屏技术

目前,红外触摸屏的硬件与配套软件产品已十分成熟。在实际应用时,屏幕上显示画面、图形、菜单等多种信息,操作者只要用手指一点,就能对系统输入自己的信息,具有快捷、直观、方便等优点。这是常规交互设备所难以比拟的。

红外触摸屏的技术原理是:在屏幕表面上分别按水平和垂直方向传送平行的红外线,该平行红光线是由红外线光源发出的光经过透镜滤光后形成的。如图 2 所示,在屏幕的上边沿和左边沿处,分别安装有多组红外线光源与透镜;而在屏幕的右边沿和下边沿处,分别安装有行阵红外线接收传感器和列阵红外线接收传感器,它由多个连续排列的光电元素构成,每个光电元素的外形尺寸是微米( $\mu\text{m}$ )级的。当手指指到屏幕上时,会

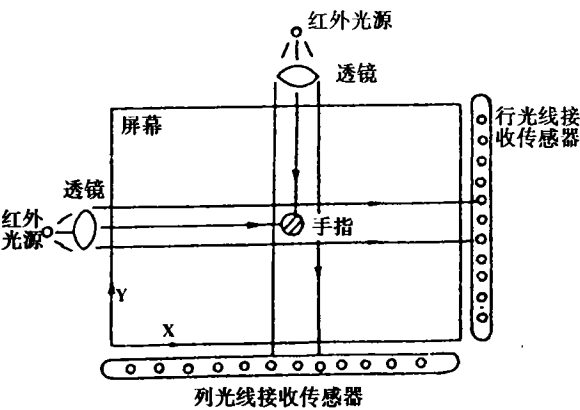


图 2 红外触摸屏的技术原理

遮挡住多根红外线,也就会有多个光电元素处于暗区,而其它光电元素则处于亮区。行阵(和列阵)红外传感器上光电元素的输出电平就会有高、低之区别。计算机对这两组输出信号分析计算后,能够得出手指在屏幕所处平面坐标系内的坐标点(X、Y)。由此便能识别输入信息的具体内容。

4 一种新的神经网络学习算法

由于控制对象的模糊性与变化性,各种采用单一模式控制器的方法越来越显示出其局限性。在多媒体技术的控制系统中,采用神经网络的学习和记忆联想功能来选择多种模式的控制器,以应付模型的变化性;同时,也不必苛求数学模型的精确性。在某一区段,选择一种模式的控制器,而在情况变化到另一个区段时则选择另一种模式的控制器。这样,它就具有广泛的适用性及灵活性,以满足工业控制的实际要求。

模式选择任务由图 3 所示的神经网络来完成。该网络由  $n$  个输入单元的输入层、 $m$  个中间单元的隐含层、 $M$  个输出单元的输出层来构成,这三层反传(Back-Propagation)神经网络可实现输入量( $x$ )到输出量( $y$ )的任意映射关系,在理论上已由 R. Hecht-Neilsen 所证明。其中的  $n$ 、 $m$ 、 $M$  数按实际要求来确定之。通常,隐含层的元素数取得太少会带来算法不收敛,而太多会导致训练时间过长。

该神经网络的描述如下:

$w_{ij}$ ——输入层第  $i$  个单元与隐含层第  $j$  个单元的联结权数。

$u_{jk}$ ——隐含层第  $j$  个单元与输出层第  $k$  个单元的联结权数。

$x = (x_1, \cdots, x_n)^T$ ,  $n$  维输入向量(多媒体信息的转换信息)。

$y = (y_1, \cdots, y_M)^T$ ,  $M$  维输出向量。

$$h_j = g(\alpha_j) = \exp(-\alpha_j(x, x^{c_j}, w_j)) \quad (j=1, \dots, m) \quad (1)$$

隐含层第  $j$  个单元的输出, 其中:  $\alpha_j = \Delta x^T w_j \Delta x$ ,  $\Delta x = x - x^{c_j}$ ;  $x^{c_j}$  是对于第  $j$  个隐单元的给定输入中心向量, 且有:  $x^{c_j} = (x_{10}^{c_j}, \dots, x_{n0}^{c_j})^T$ ,  $x_{io}^{c_j}$  是  $x^{c_j}$  的第  $i$  个元 ( $i=1, \dots, n$ );  $w_j$  是下述对角矩阵

$$w_j = \begin{bmatrix} w_{1j} & & & 0 \\ & \ddots & & \\ & & w_{nj} & \\ 0 & & & w_{nj} \end{bmatrix}$$

对角元  $w_{ij}$  ( $i=1, \dots, n$ ) 意义同前。

$$y_k = \sum_{j=1}^m u_{jk} h_j \quad (k=1, \dots, M) \quad (2)$$

第  $k$  个输出单元的输出。

$h_j$  为高斯函数。引入  $x^{c_j}$  的作用是把输入向量进行中心化处理。其物理意义是: 若输入向量等于或接近于某一给定的中心向量, 则相应的那一隐单元被激活。

该反传神经网络的学习任务是根据若干个输入向量—输出向量样本, 调整  $w_{ij}$  和  $u_{jk}$ , 使输出向量等于或接近目标输出向量, 所采用的方法是对于每个样本都要极小化下述误差函数:

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{2} \sum_{k=1}^M \left( \sum_{j=1}^m u_{jk} h_j - y_{kd} \right)^2 \\ &= \frac{1}{2} \sum_{k=1}^M \left[ \sum_{j=1}^m u_{jk} \exp \left( - \sum_{i=1}^n w_{ij} (x_i - x_{io}^{c_j})^2 \right) - y_{kd} \right]^2 \end{aligned}$$

式中,  $y_{kd}$  是样本输出向量  $(y_{1d}, \dots, y_{Md})^T$  的第  $k$  个元。

最陡梯度的反方向为:

$$\begin{aligned} - \frac{\partial E}{\partial u_{jk}} &= - (y_k - y_{kd}) h_j = \delta_k h_j \\ - \frac{\partial E}{\partial w_{ij}} &= - \frac{\partial E}{\partial h_j} \cdot \frac{\partial h_j}{\partial w_{ij}} \\ &= \sum_{k=1}^M (y_k - y_{kd}) u_{jk} h_j (x_i - x_{io}^{c_j})^2 \\ &= \epsilon_j (x_i - x_{io}^{c_j})^2 \end{aligned}$$

式中:

$$\begin{aligned} \delta_k &= - (y_k - y_{kd}) \\ \epsilon_j &= \sum_{k=1}^M (y_k - y_{kd}) u_{jk} h_j \end{aligned}$$

按照该最陡梯度方向, 可把学习算法按以下步骤进行:

4.1 确定样本, 对每一个样本的输入向量  $x$ , 把其相应的样本输出向量记为  $(y_{1d}, \dots, y_{Md})^T$ , 并对每一隐单元确定中心向量  $x^{c_j}$ ;

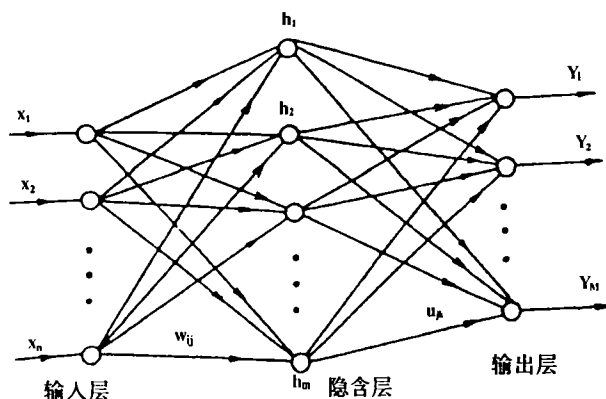


图 3 模式选择的神经网络

4.2 选择一个样本;设置  $u_{jk}$ 、 $w_{ij}$  的初值为任意数值,且不宜太大;

4.3 根据公式(1)、(2),计算  $h_j$  和  $y_k$ ;

4.4 根据样本输入及其相应的样本输出,计算偏差量:

$$\delta_k = -(y_k - y_{kd}) \quad (k = 1, \dots, M)$$

$$\epsilon_j = \sum_{k=1}^M (y_k - y_{kd}) u_{jk} h_j \quad (j = 1, \dots, m)$$

4.5 计算每一联结权数的坛量

$$\Delta u_{jk} = r \delta_k h_j \quad (j = 1, \dots, m; k = 1, \dots, M)$$

$$\Delta w_{ij} = \beta \epsilon_j (x_i - x_{io}^j)^2 \quad (i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m)$$

其中,  $r$  与  $\beta$  是坛益调整系数,一般为正小数。

4.6 计算新的联结权数

$$u_{jk} = u_{jk} + \Delta u_{jk}$$

$$w_{ij} = w_{ij} + \Delta w_{ij}$$

4.7 重复第 4.3 到第 4.6 步,直到权数不再变化时为止,该样本的学习算法结束。

4.8 学习另外的一个样本。当对每个样本来说,输出向量皆等于或接近于目标向量时,就结束神经网络的学习算法。固定联结权数并投入使用。

## 参 考 文 献

- 1 R. Hecht-Neilsen, Theory of The Back-Propagation Neural Network. Proc. IEEE. 1989 Intl. conf. Neural Network
- 2 M. J. Willis. Artificial Neurall Networks in Process Engineering. Control Theory and Application Vol. 138, May 1991
- 3 中国科技大学生物医学工程跨系委员会,神经网络及其应用,中国科技大学出版社,1992。

## Multimedia Technologe and Intelligent Control Systems

Zhou Jianmin

Shen Xianzhang

(Anhui University) (Zhengzhou University of Technology)

Huang De

(University of Science and Technology of China)

Shen Haihua

(Beijin University of Aeronautics & Astronautics)

**Abstract** This paper introduces current multimedia technology situation, discribes automatic control system with multimedia technology, presents a new neural network learning algorithm.

**Key words** multimedia information, infrared touch screen, neural network, learning algorithm