

# 多传感器信息融合在摩擦焊机上的应用研究

李晓路<sup>1,2</sup>, 姜洪权<sup>1,2</sup>, 吕秀江<sup>1</sup>, 于滨<sup>2</sup>

(1. 长春工业大学 电气自动化学院, 吉林 长春 130012; 2. 长春数控机床有限公司 摩擦焊机研究所, 吉林 长春 130012)

**摘要:** 多传感器信息融合系统即将来自多个传感器或多源的信息进行综合处理, 从而得到更为准确、可靠的结论。多传感器信息融合系统是对人类综合处理复杂问题的一种功能模型。从工业实际应用出发提出了一种用于摩擦焊机控制的多传感器信息融合系统模型, 使焊接工件的质量因受液压系统的波动(液压油的温度、液压泵的不稳定及老化、电磁阀等是造成系统压力波动的主要原因)的影响降到最低, 提高了焊件的最优率。

**关键词:** 多传感器信息融合; 神经网络; 工业控制; 摩擦焊机

**中图分类号:** TG453+.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-2303(2007)10-0029-03

## Application and research of multi-sensor information integration on friction welder

LI Xiao-lu<sup>1,2</sup>, JIANG Hong-quan<sup>1,2</sup>, LV Xiu-jiang<sup>1</sup>, YU Bin<sup>2</sup>

(1. College of Electric Automation, Changchun University of Technology, Changchun 130012, China; 2. Research Institution of Friction welder Changchun CNC Machine Co., Ltd., Changchun 130012, China)

**Abstract:** Multi-sensor information integration system comprehensively processes the information from several sensors or multi-source, then gets more accurate reliable conclusion. Multi-sensor information integration system is a function model, which comprehensively processes complex problems. In the view of practical industrial application, this paper raises a multi-sensor information integration system model for friction welder control, minimizes the influence of hydraulic pressure system's fluctuation on the quality of welding workpiece (temperature of hydraulic oil, instability and aging of hydraulic pump and electromagnetic valve are main reasons for fluctuation of system pressure), and improves the optimal rate of workpiece.

**Key words:** multi-sensor information integration; neural network; industrial control; friction welder

## 0 前言

数据融合或信息融合是信息科学领域内一个迅速发展的新兴分支, 在军事科学中已经得到了重要的应用<sup>[1]</sup>, 在现代工程应用中, 传感器技术已广泛应用于机器人技术、机电一体化等控制系统<sup>[2]</sup>。随着应用系统逐渐扩大, 所需的功能也越来越复杂, 使用的传感器也相应增多。原先的单一传感器技术已不能满足要求, 多传感器的融合技术应运而生<sup>[3]</sup>。然而在复杂的工业过程控制领域, 多传感器的融合技术还处于研究阶段, 或者说还没有得到很好的应用。在

摩擦焊机控制上还没有多传感器融合技术的应用研究。

## 1 多传感器信息融合与结构

人类通过感知器官收集来自外界环境的大量信息, 再通过大脑, 利用经验和智慧进行综合并做出评估和判断; 多传感器信息融合系统就是来自多个传感器或多源的信息进行综合处理, 从而得到更为准确、可靠的结论。因此, 多传感器信息融合系统是对人类综合处理复杂问题的一种功能模拟。

信息融合是多源信息综合应用的一项新技术, 是将来自某一目标(或状态)的多源信息加以智能化

收稿日期: 2007-08-24

作者简介: 李晓路(1964—), 男, 吉林德惠人, 硕士, 主要从事电气自动化的设计工作。

合成,产生比单一信息源更精确、更完全的估计和判断。信息融合可以在传感器获取的信息进行预处理前、后或传感器处理部件完成决策后进行。通常,根据信息融合所处理的信息层次,将信息融合由浅到深分为三个层次。

### 1.1 数据层融合

在数据层融合方法中,匹配的传感器数据直接融合,然后对融合的数据进行特征提取和状态(属性)说明。它是直接在采集到的原始数据层上进行融合,即分析与综合。这种融合的优点是保持了尽可能多的原始信号信息,缺点是处理的信息量过大,速度慢,实时性较差。最简单、最直观的数据层融合方法是算术平均法和加权平均法。

### 1.2 特征层融合

特征层状态属性的融合就是特征层联合识别,即模式识别问题。它先对来自传感器的原始信息提取,然后对特征信息进行综合分析和处理。特征层融合的优点在于实现了可观的信息压缩,有利于适时处理信息。特征级融合可划分为目标状态数据融合和目标特性融合两大类。

特征级目标状态数据融合主要用于多传感器目标跟踪领域。融合系统首先对传感器数据进行预处理以完成数据校准,然后主要实现参数相关和状态向量估计。

### 1.3 决策层融合

决策层融合的基本概念是采用不同类型的传感器监测同一个目标或状态,每个传感器各自完成变换和处理,其中包括预处理、特征提取、识别或判断,以建立对所监测目标或状态的初步结论,然后通过关联处理、决策层融合判断,最终获得联合推断结果。决策层融合输出是一个联合决策结果,所采用的主要方法有 Bayesianr 推断、Dempster-Shsftc 证据理论、模糊集理论、神经网络、专家系统等。

## 2 摩擦焊机控制过程中信息融合方法

### 2.1 工作过程

摩擦焊机是机、电、液一体化的专用机床,它适用于汽车、油田、工具等行业。具体的工作原理是:通过电机驱动主轴旋转,使同种金属材料或异种金属材料相对旋转摩擦,加之于顶锻压力使之融接在一起。

### 2.2 控制数据融合的结构

成功的数据融合需要大量的认识功能,因此,人

工智能技术应用到数据融合中是完全必然的。许多人工智能方法已成功地应用于数据融合上,其中最具有代表性的有模糊逻辑方法、基于符号推理和规则的专家系统人工神经网络。

人工神经网络方法是在现代神经生物学和认知科学对人类信息处理研究成果的基础上提出的。在信号处理机制上,它与传统的数字计算机有根本的区别。它有大规模并行处理、连续时间动力学和网络全局作用等特点,存储体和操作合二为一。人工神经网络具有很强的自适应学习能力,从而可以替代复杂耗时的传统算法,使信号处理过程更接近人类的思维活动。利用人工神经网络的高速并行运算能力,可以实时实现难以用计算机实现的最优信号处理算法。可以避免信息融合中建模的过程,从而消除由于模型不符或选择不当带来的影响,并实现实时识别。在摩擦焊机多传感器数据融合的应用场合,实时处理能力要求较高,数据量大,且常常以很高的速度到达检测设备,神经网络在这种情况下能满足这些要求。摩擦焊机数据融合控制结构如图 1 所示<sup>[4]</sup>。

由图 1 可以看出,监测焊机工作需要 5 个传感器,分为 4 种:压力传感器、温度传感器、位移传感器以及转速传感器。经过传感器预处理后的信号送入神经网络中心,神经网络结构如图 2 所示。输入层为 5 个节点,隐函层为 8 个节点,输出层为 3 个节点。隐函层采用 S 型函数,输出采用纯线性函数。

融合的结果输出 3 个参量:摩擦工件焊缝的温度  $T$ 、压力  $P$  和摩擦时间  $s$ 。它们分别被送到全局数据库、综合知识库和推理机<sup>[5]</sup>。全局数据库用于存放现场采集的实时数据和运算的中间变量以及融合后的参量,综合知识库用于存放所有规格工件(对某一型号的摩擦焊机而言)的焊接参数,即:焊接各阶段(一级摩擦、二级摩擦、顶锻保压)时的温度、压力、时间以及对同一种规格工件当实际参量发生变化时的控制策略。

焊接过程中经过推理机推理和逻辑运算,从综合知识库中找到相应的控制策略,以调整直流调速器和电液比例阀的控制电压,来改变摩擦阶段的摩擦转速或摩擦压力以及顶锻阶段的顶锻压力,从而达到最佳的焊接质量。

如果知识库中没有先验的知识和控制策略,系统将以温度和压力为依据完成本次焊接,并在焊接



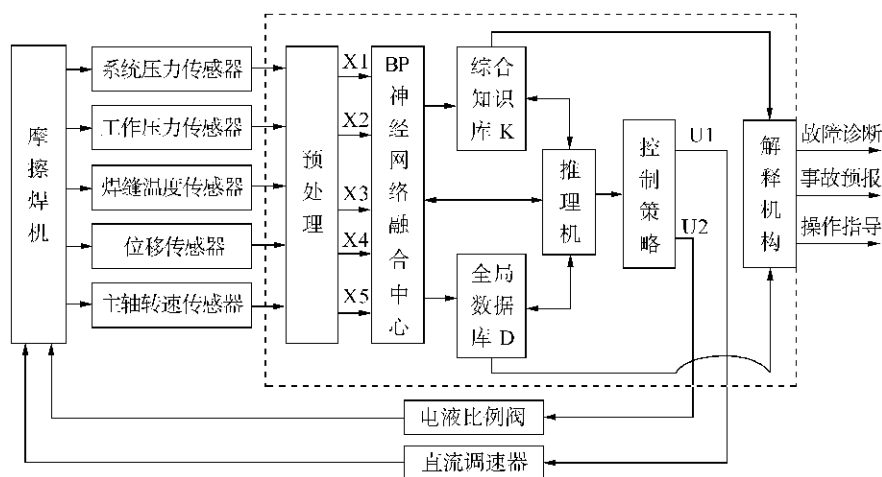


图 1 摩擦焊机数据融合控制结构

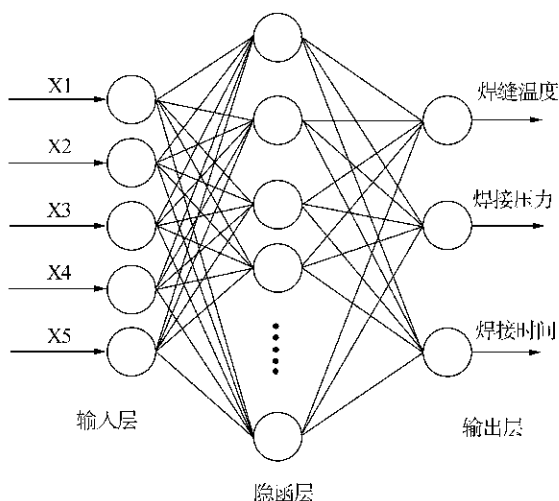


图 2 神经网络结构

完成后给出操作指导,寻问用户是否将本次焊接参数存入知识库,以便在遇到相同工况下找到相应的控制策略。

### 2.3 硬件组成

监控计算机采用 ADVANTECH 工业控制计算机。一块 PCL-725 继电器输入输出卡,用于采集焊机控制开关量的输入和相关输出控制;一块 PCL-818HD 多功能采集卡,采样频率 100 kHz。用于对各传感器数据的采集和控制模拟量的输出。

### 2.4 软件的编制

为提高系统的运行速度,满足对现场数据 20 ms 采样周期,采用 C++语言编写数据库、神经网络融合算法、数据的采集与输出等程序。

为了使界面友好,主界面和其他输入输出窗口采用 VB 语言编写。

## 3 实验

在本研究研制生产的 C-125-J 型全自动摩擦焊机上测试上述系统,在一定的范围内人为分别改变摩擦压力、滑台速度、主轴转速和同规格同材质工件的硬度,都得到了很好的焊接质量。

此系统只适用于焊接工件的摩擦时间相对较长的机型,C-25 型以上。如果整个焊接时间太短,系统无法跟踪传感器参数的变化,将使系统运行不稳定。

## 4 结论

多传感器数据融合技术引入到摩擦焊机的控制,不仅是可行的,更是有效的;使焊接工件的质量因受液压系统的波动(液压油的温度、液压泵的不稳定及老化、电磁阀等是造成系统压力波动的主要原因)的影响降到最低,提高了焊件的最优率。使摩擦焊机焊接的工件质量的稳定性进一步提高。

### 参考文献:

- [1] 龚元明,萧德云,王俊杰.多传感器数据融合技术[J].冶金自动化,2002(4):4-5.
- [2] Kinoshita G, Ikhsan Y, Osumi Y.Object location based on sensor fusion of vision and tactual sensing[J].Advanced Robotics, 2000, 13(6):633-646.
- [3] 孙 华,陈俊风,吴 林.多传感器信息融合技术及其在机器人中的应用[J].传感器技术,2003,22(9):1-4.
- [4] 梁 威.智能传感器与信息系统[M].北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [5] 周德泽,袁南儿,应 英.计算机智能监测控制系统的设计及应用[M].北京:清华大学出版社,2002.

专题讨论——摩擦焊设备及技术