

# 一种基于多传感器集成的 LonWorks 智能测控网络

马云鹏, 陆宝春, 张世琪

(南京理工大学制造工程学院, 南京 210094)

**摘要:** 本文提出了基于逻辑传感器集成的 LonWorks 测控网络模型, 探讨了此模型的信息表述、信息融合以及异常处理机制; 讨论了应用 LonWorks 技术实现此种模型的可行性和关键问题, 最后指出其现实意义。

**关键词:** LonWorks; 逻辑传感器; 融合; 集成

**中图分类号:** TP212; TN711 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-760X(2001)02-0026-04

## An Intelligent LonWorks Measurement and Control Network Based on Logical Sensor Integration

MA Yur-li, LU Bao-chun, ZHANG Shi-qi

(School of Manufacturing Engineering, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094, China)

**Abstract:** This paper presents the model of an intelligent Lonworks Measurement and Control Network based on Logical Sensor Integration; The information presentation, information fusion as well as exception handling mechanism of this model are discussed; The feasibility and key aspects of this model are given. At the end, the practical meaning of this model are pointed out.

**Key words:** LonWorks; logical sensor; fusion; integration

众所周知, 在测控领域, 完整的测控技术解决方案要求获得被测对象的足够的信息及特征; 在此基础上, 集中的或是分散的处理设备才能实施相应的控制策略。传统的测控系统的检测部分是由单个传感器构成的, 一般只能作为敏感元件, 检测单个物理量的变化, 在获取外界信息的准确度、可靠性、稳定性方面, 无法满足测控系统的自动化、智能化的发展要求。对于传统的测控系统来说, 当被测对象的信息量少而且辨识特征不太复杂时, 问题尚好解决。然而, 随着生产规模不断扩大, 自动化要求越来越高, 测控系统也越来越复杂, 被测对象的各种信息及特征已使得传统的测控系统难以负担这一切, 客观上要求一种全新的测控模式来解决这个问题。于是, 在原有的测控技术的基础上, 我们提出一种基于多传感器集成的智能测控网络的模型。

### 1 测控技术的发展

智能传感器的出现一改传统传感器的不足。它是由传统的传感器和嵌入式微处理器(或微计算机)相

结合而构成的, 充分利用计算机的计算和存储能力, 对传感器的数据进行处理, 并能对它的内部行为进行调节, 使得采集的数据最佳。典型的智能传感器原理框图如图 1。

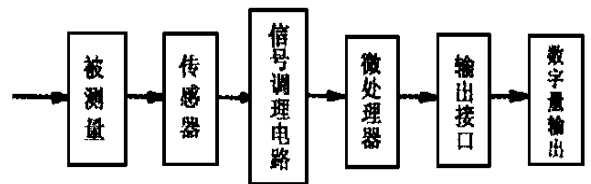


图 1 智能传感器原理框图

智能传感器具有强大的功能, 尤其利用传感器信息融合技术、模糊理论等信息处理技术, 使之具有更高级的智能, 具有分析、判断、自适应、自学习的功能, 可以完成图象识别、特征检测、多维检测等复杂任务。然而, 每种传感器都有一定特点, 只能在某一范围内, 从某一方面描述被测对象。由于受外界噪声干扰, 有时会产生较大的测量误差。因此没有一种传感器可以在任何时候都能提供全面的准确无误

的信息。即使充分发挥微处理器的功能,其调整和学习的作用也只限于局部,系统的误差和不确定性也只能在有限的范围内减小。单个检测传感器的局部失效将影响到整个系统的决策与判断。

因此,单一智能传感器不能满足复杂测控任务的需要。以多个智能传感器通讯互联形成现场的智能传感器测控网络,将能极大地提高系统的测控能力,更有助于为系统决策和判断提供有效的信息。现场总线技术的出现,为构造智能测控网络提供了技术基础。

现场总线控制技术(FCS)是一种安装在工业现场的智能自动化仪表和装置与设置在控制室的仪表和控制设备互连,主要在自动化装置之间的一种全数字化、串行、双向、多站的通讯网络。目前,现场总线的发展相当迅速,各种各样的现场总线(协议)层出不穷,在众多现场总线中,LonWorks(Local Operating Network)控制网络技术异军突起。LonWorks是由美国 Echelon 公司研制的(也许对于 LonWorks 产品来说用测控网络这个名词更为恰当)。与其它各种现场总线相比,LonWorks 网络完全满足了未来发展对测控网络的下列要求:

- a) 开放性。网络协议必须是开放的,并且对任何用户都是平等的。
- b) 互操作性。网络协议需要完整到任何制造商的产品都可以实现互操作。
- c) 通讯媒介。可用任何传输媒介进行传输,包括双绞线、电力线、光纤、同轴电缆、无线电波和红外光波,并且多种媒体应该能够在同一个网络中混和使用。
- d) 网络结构。能够使用所有现在已有的网络结构,如主从式、对等式以及客户/服务器式。
- e) 网络拓扑。应该不受总线型网络拓扑单一形式的限制,网络拓扑应该可以自由组合。

## 2 基于逻辑传感器的测控网络模型

### 2.1 逻辑传感器(Logical Sensor)

逻辑传感器是对传感器的一种抽象定义。这一定义最早出自 Herderson 和 Shilcrat 的研究<sup>[2]</sup>。这个定义通过在一个系统中将物理传感器与功能分离开来而给出一个多传感器集成的描述框架。逻辑传感器的定义的优点之一是支持传感器的增删或者互换。逻辑传感器的控制结构允许传感器进行调整来适应变化的环境:来自高阶传感器或集成预处理器

的控制命令,要么对本传感器进行调整,要么传递给分层体系结构中的低层传感器。对高阶传感器而言,每一个传感器不管它的前面有多少个传感器,也不管它有多少个输入,都作为有单个输出的单实体而出现。

各种传感器都可以抽象成逻辑传感器。在信息的低层次处理和集成阶段,按同质或异质将传感器分成不同的类和层次结构。每个逻辑传感器在不同的层次上工作,进行由低到高的信息的融合和特征提取的处理过程。由于物理传感器和过程算法的封装以及整个构架的柔性,物理传感器的增加或者互换,并不影响整个系统的运行。

### 2.2 基于逻辑传感器的测控网络模型

整个测控网络模型的架构采用基于信息流的逻辑传感器分层结构,具有开放、柔性以及可配置等特点。由物理传感器采集的原始数据经过各层逻辑传感器处理,得到被测对象和特征的较高层次的表示。这种特征表示具有较大的柔性,整个系统控制决策的产生并不依赖于具体的传感设备。低层传感器和数据处理对上层是透明的。在对整个系统产生最小(甚至没有)影响的前提下,可以增加、删除和替换物理传感器,其具体描述如图 2 所示。

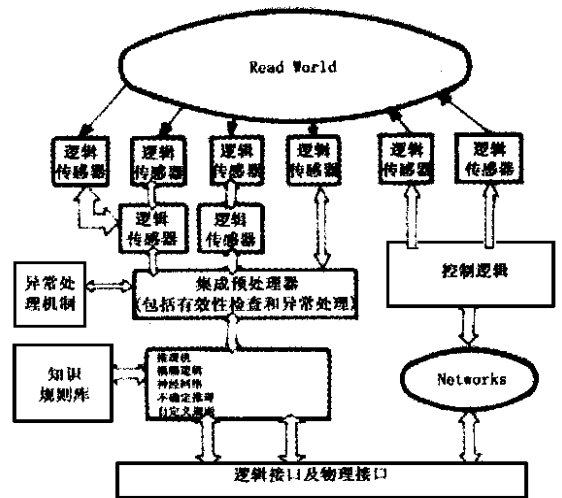


图 2 基于逻辑传感器集成的测控网络模型

#### 2.2.1 逻辑传感器信息表述

在多传感器集成的模型中,也存在由于传感器自身的问题所引起的信息的精确性与可靠性调整问题。基于数据融合与集成技术,可将所表述信息的精确性与可靠性调整到最佳状态。影响系统精确性的因素有:

a) 由于单个设备的诸如解析度、稳定性、工作速度等方面的限制,产生了信息表示的不精确性。通过传感器集成架构中的数据有效性检查,这种不精确不但可以被表示出来,而且可以减至最小。

b) 由于物理传感器的失效而产生的系统错误,通常是由不正确的校正和误操作引起的,可由异常处理机制来处理。

### 2.2.2 数据预处理

所有的逻辑传感器输出在进入推理机之前,都要进行数据的预处理。这个处理过程不仅发生在专门的数据预处理阶段,也发生在逻辑传感器的分层结构中。预处理过程包括数据融合与有效性检查。

数据融合是在 80 年代诞生的信息处理技术,主要用于解决多传感器信息处理问题。它综合利用多传感器信息,通过它们之间的协调和性能互补的优势,克服单个传感器的不确定性和局限性,提高整个传感器系统有效性能,全面准确地描述被测对象。按照传感器信息处理层次中的抽象程度,融合可以在三个层次上进行:象素级融合、特征级融合和决策级融合,有关多传感器数据融合优越性和基本方法,已有相关文献作了详细的介绍<sup>[1]</sup>。

### 2.2.3 异常处理机制

当逻辑传感器的数据不满足既定的要求或者与其它传感器的数据发生冲突时,异常处理机制开始工作。对于所有可能发生的异常,此种机制不可能有一个完全意义上的模型——这种模型客观上是很难以建立的,这时我们有必要对可能的异常进行下述分类,以便异常处理机制采取相应的措施。

a) 传感器本身的功能失灵。有可能是由于供电问题、误校准、碰撞受损等引起的。

b) 由于环境改变引起的异常。当传感器配置并校准后由于环境的改变而引起的传感器工作不正常。

c) 由于逻辑传感器的“软”处理不当而引起的信息融合中的不匹配。

### 2.2.4 推理机

经过信息预处理及有效性检查后,由逻辑传感器采集和预处理的信息就进入了推理机。经过对抽取对象和特征的处理,针对具体的对象,推理机给出与具体行为相联系的决策。推理机充分运用了诸如模糊逻辑和专家系统的认识模式和以特征推理为基础的技术,如贝叶斯推理、证据推理以及人工神经网络等。

以块结构为组织形式的系统,允许我们针对特定的应用搭建或修改推理机制。模糊逻辑或者基于推理的知识都需要专家领域的知识,这些知识将置于与推理机相联系的知识/规则库中。

## 3 采用 LonWorks 技术的测控网络实现

### 3.1 信息表示

在图 2 中,信息的流动用箭头表示。从信息的融合与集成的角度看是纵向的,这是一种信息的抽象的表示;而从网络结构上看则是横向的,具体说就是在一个个智能节点之间流动。所有的要交换的信息都是用网络变量(NV)或显式消息(Explicit Message)的形式。网络变量在各个节点之间可以实现一对一,一对多,多对一的连接。这样,节点的数据可以通过网络变量进行共享,一个节点输出的网络变量的更新会引起所有与之相连的其它节点的输入网络变量实时地更新。在 LonWorks 中,表征与实现信息层次结构的手段采用网络变量、显式消息的形式,匹配与耦合的关系依靠数据绑定(Data Binding)来实现。

### 3.2 逻辑传感器的实现

每个逻辑传感器由挂接在 LonWorks 现场总线上的智能传感器(Smart Sensor)实现,或由 LonWorks 智能节点及传感器实现。由于所有的逻辑传感器都遵守标准总线技术与接口规范。所以有较好的互换性。

此时传感器的功能具体的,但表示上是抽象的。测控网络中同质的和异质的多个传感器,提供的是冗余和互补的信息,单个传感器的失效并不影响整个系统的运行。

### 3.3 系统的实现

如前所述,逻辑传感器的实现有赖于智能节点,而有关数据有效性检查、异常处理和推理机部分的实现,应该考虑到信息处理的速度,以及信息容量大小等问题。在 LonWorks 技术中,主要表现为应用处理程序(Program)和数据库的大小。LonWorks 中智能节点的核心为神经元芯片(Neuron Chip),根据存储空间以及是否可以有外接存储器,可以分为两大类:

a) 3120xx ——不能外接存储器。内部有几 K 字节的数据及应用程序代码空间,适用于应用程序不太复杂的情况。

b) 3150xx ——能够外接存储器。经过外部扩展后,数据及应用程序代码空间可达到 42 K 字节。外

部存储器空间可由 RAM、ROM、PROM、EPROM、E<sup>2</sup>PROM 或闪存 (FLASH) 组合使用,以 256 字节递增。

鉴于以上情况,在信息集成的预处理阶段和决策阶段的活动,应由可外扩展存储器的智能节点 (3150xx) 来实现 (小型系统);或者是将智能节点仅作为通讯处理器,外接处理器 (μProcessor) 来处理大量的实时信息 (大型系统)。3120xx 处理器在系统的实现中扮演着另外的角色,在多传感器集成与融合的层次结构中,采集与处理底层的信息。一方面底层的关于被测对象的信息比较少,另一方面 3120xx 芯片的可用空间较少,所以它适合实时、迅速地传递与处理关于被测对象的各种信息。

在此种实现中,有关数据预处理、有效性检查或数据融合算法,是由 Neuron C 编程语言实现的。它是专门为 Neuron 芯片设计的编程语言,从 ANSI C 中派生出来,并对 ANSI C 进行了改进,增加了面向对象的特点,有较强的应用性。芯片的任务调度是由事件驱动的,从编程角度来看,就是基于 When 簇的任务结构;此外,还增加了 15 个软定时器,以补充事件驱动的模式不足。典型 Neuron C 应用程序的结构如下:

```

when (TRUE)
{
    post _ events();
    it (nv _ update _ occurs (NV1) {
        任务 1
    }
    }else if (nv _ update _ occurs (NV2) {
        任务 2                长任务
        watchdog _ update ();
        任务 3                更长的任务
    }
}
    
```

#### 4 结束语

为了满足工业自动化过程中检测大量复杂信息的需要,我们提出了一种可靠的、易于修改和配置的、柔性的检测前端分层结构,其最大的特点是开放,并且支持互换。具体来说,这种基于智能多传感器集成的检测前端模型具有以下特点:

- a) 一个柔性的容易修改的开放架构,为基于工业智能传感器的应用,提供一个“鲁棒”的平台。
- b) 提供物理设备及过程算法的封装。

c) 提供一套健壮的异常处理机制,保证此架构运行的可靠性。

d) 对大范围的工业应用有效,特别包括湿度、粘度、酸碱度、照度等信号的组合的检测。

e) 具有“自推理”能力。采用人工智能知识方法和技术,可以对不能直接进行测量的参数,如满意度等,进行推理式间接测量。

f) 自诊断测控信息处理。采用具有人工智能与诊断学相结合方法和技术,可以自行诊断测控系统的故障,进行故障定位和预报。

#### 参考文献:

- [1] 李圣怡,吴学忠,范大鹏. 多传感器融合理论及在智能制造中的应用 [M]. 长沙:国防科技大学出版社,1998 - 11.
- [2] Herderson TC and Shilcrat. Logical and systems [J]. Journal of Robotic System, 1984, 1 (2) : 169 - 193.
- [3] 杨育红. 网络控制技术及应用 [M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1999. 04.
- [4] 涂序彦. 柔性智能测控系统 [J]. 测控技术, 1999, 18 (8) : 5 - 8.
- [5] Naish MD and Croft EA. Data representation and organization for industrial multisensor integration architecture [M]. Proceedings of SMC, 97.

(上接第 20 页)

地 区: 上海

项目名称: 30 万 t/a ABS 装置项目

建设周期: 2002 ~ 2005 年

投资总额: 218612 万元 RMB

进展阶段: 正在报批项目建议书 (立项)

关键设备: 反应器、压缩机、干燥系统、双螺杆挤出机、切粒机

建设内容: 建 30 万 t/a ABS 主装置及其相配套辅助生产设施和部分公用工程,在此基础上兼顾生产 SAN 产品

地 区: 辽宁

项目名称: 垃圾卫生填埋场沼气利用工程

建设周期: 2001 ~ 2003 年

投资总额: 12500 万元 RMB

进展阶段: 正在报批项目建议书 (立项)

关键设备: 发电机、鼓风机等

建设内容: 建设压缩沼气工程及工程所需的发电机、配电室、鼓风机等