

计算与测试

多传感器数据融合在 Lonworks 总线下的实现*

朱仁奇¹, 付敬奇¹, 李冬梅²

(1. 上海大学 机电工程与自动化学院 上海 200436; 2. 黑龙江省财税信息中心 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要: 介绍了分布式多传感器数据融合理论, 主要包括: 分站预决策和融合方法、融合后误警概率和检测概率的算法。以智能小区中火灾报警为对象, 研究了如何在 Lonworks 总线下用 Neuron 芯片对数据进行压缩、传输和融合, 最后对分布式多传感器融合的结果和单一传感器的结果进行了比较。

关键词: 传感器; 数据融合; 分布式决策

中图分类号: TP212 文献标识码: A 文章编号: 1000-978X(2002)09-0034-02

Realization of multi-senser data fusion in lonworks

ZHU Ren-qi¹, FU Jing-qi¹, LI Dong-mei²

(1. Sch of Mach Elec Engin and Automation Shanghai University Shanghai 200072 China;

2. Heilongjiang Finance & Taxation Information Center Harbin 150001 China)

Abstract: The concept of the multi-sensors data fusion is described. It mainly include: decision of tributary stations, approach of fusion and how to work out false probability and detection probability after data fusion. The object of this paper will be alarm of fire in community. How to compress, transmit and fusion the data with the Neuron in Lonworks will be introduced. At the same time how to program with neuron chip is introduced. At last the result of multi-sensor's data fusion and the single sensor's is compared.

Key words: sensors; data fusion; distribute decision

0 引言

多传感器数据融合就是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的有效性能、全面准确地描述被测对象。所谓'分布式'就是由各传感器首先作'预决策', 然后将分站预决策的结果传输到决策中心, 由决策中心根据给定的决策规则作出最终判决^[1~6]。

现场总线(Fieldbus)是用于现场仪表与控制室系统之间的一种开放、全数字化、双向、多站的通信系统。Neuron 神经元芯片实质为网络型微控制器, 该芯片强大的网络通讯处理功能配以面向对象的网络通讯方式, 大大降低了开发人员在构造应用网络通讯方面所需花费的时间和费用, 主要应用于智能楼宇、工业自动化等^[7]。智能楼宇中火灾报警是它的一个重要的功能, 以前由于采用单传感器进行测量很容易造成误报警, 而误报警也同样会造成损失,

特别是在具备自动灭火功能的场所。本文以智能小区的火灾报警为对象, 采用了两传感器二元判决理论, 利用 Lonworks 的 Neuron C 芯片对数据进行预处理——将采集的数据压缩成数字信号, 然后用通信网络进行数据传输, 再由上层的芯片对压缩的数据进行融合, 从而实现了分布式两传感器的二元数据融合, 得到的结果验证了两传感器二元判决优于单传感器所测得的结果, 同时对'与'融合和'或'融合进行了比较。

1 分布式数据融合理论

多传感器融合系统结构如图 1。

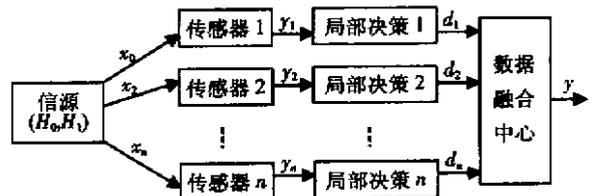


图 1 系统结构图

Fig 1 System structure

图 1 中,两个假设为 H_0 和 H_1 , H_0 表示无目标, H_1 表示有目标。由于两个传感器的测量值 y_i ($i = 1, 2, \dots, n$) 可认为是独立的,因此它们具有独立的条件概率分布 $P(y_i | H_i)$ ($i = 1, 2, \dots, n$)。由于测量值是独立的,因此预决策 d_i 也是独立的,这里所采用的预决策为

$$d_i = \begin{cases} 0 & \text{当 } g_i(y_i) \leq 0 \\ 1 & \text{当 } g_i(y_i) \geq 0 \end{cases} \quad (i = 1, 2, \dots, n),$$

其中 $g_i(y_i)$ 为分站压缩律。

当分站将压缩后的数据传往中心站后,中心站根据固定的融合律对这些数据进行判决。

2 融合中心的数据融合方法^[8]

在中心站采用的融合律有“与”融合律和“或”融合律。

“与”融合律:

$$F(d_1, d_2, \dots, d_n) = \begin{cases} 1 & d_1 = d_2 = \dots = d_n = 1; \\ 0 & \text{其余} \end{cases}$$

“或”融合律:

$$F(d_1, d_2, \dots, d_n) = \begin{cases} 0 & d_1 = d_2 = \dots = d_n = 0 \\ 1 & \text{其余} \end{cases}$$

在“与”融合律下分布式检测系统的误警概率 P_f 和检测概率 P_d 可表示为

$$P_f = \prod_{i=1}^n P_{f_i},$$

$$P_d = \prod_{i=1}^n P_{d_i},$$

$\forall s_0 \subset \emptyset, \emptyset$ 表示空集;

在“或”融合律下分布检测系统的误警概率 P_f 和检测概率 P_d 可表示为

$$P_f = \prod_{i \in s_0} (1 - P_{f_i}) \prod_{i \in s_1} P_{f_i},$$

$$P_d = \prod_{i \in s_0} (1 - P_{d_i}) \prod_{i \in s_1} P_{d_i}.$$

$\forall s_1 \not\subset \emptyset, \emptyset$ 表示空集。

其中 s_0, s_1 为传感器集合:

$$s_1 = \{i \mid d_i = 1, \forall I = 1, 2, \dots, n\},$$

$$s_0 = \{i \mid d_i = 0, \forall I = 1, 2, \dots, n\}.$$

3 Lonworks 总线下分布式数据融合的实现

Lonworks 技术通过提供 Neuron 芯片、LonTalk 协议、LonMark 互操作标准、Lonworks 收发器、LonBuilder 开发工具、LonWorks 网络服务体系架构 LNS 和 NeuronC 编程语言等完整平台,为设计和生产具有低成本、智能化的远程监控产品,组建造价低廉、智能分布和远程测控功能的现场总线控制网络提供了极大的便利。这样在 LonTalk 协议的协调下,

以往那些孤立的系统和产品可以融为一体,形成一个网络控制系统。

智能楼宇中火灾报警是它的一个重要的功能,而 Lonworks 的通信网络则为分布式数据融合提供了条件并有利于减少误报警。图 2 为 Lonworks 环境下两传感器二元分布式数据融合实现上述理论的网络示意图。

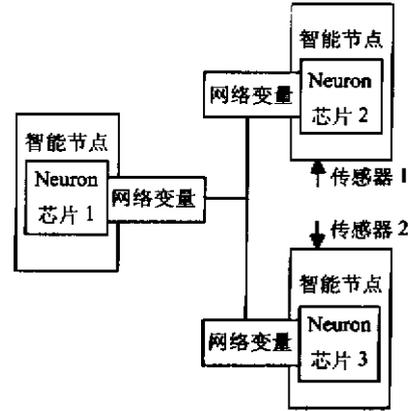


图 2 网络示意图

Fig 2 Phagh of network

Neuron 芯片既能管理通信,同时又具有输入/输出以及控制等功能。因此,神经元芯片可看作 Lon 总线的分散式通信处理器,而在数据融合理论的应用中 Neuron 芯片 1 也可看作为多传感器的数据融合中心。若是分站压缩律已知,可以在 Neuron 芯片 2 和 Neuron 芯片 3 中对传感器采集的信息进行数据预处理。这样就可以将压缩的结果通过网络变量传给融合中心(智能 Neuron 芯片 1)。在 Lon 网络中数据传送是通过网络变量这一形式来完成的,一个节点的网络变量可以和其它节点的网络变量互连,此外通过网络变量很容易实现网络的互操作。

表 1 为两个传感器观测的不同结果分别进行“与”融合和“或”融合的结果。

表 1 “与”融合和“或”融合的比较

Tab 1 Compare “and” fusion and “or” fusion

	P_d	P_f	P_d	P_f	P_d	P_f
传感器 1	0.924	0.100	0.936	0.200	0.944	0.300
传感器 2	0.924	0.100	0.936	0.200	0.944	0.300
与融合	0.854	0.010	0.876	0.040	0.891	0.090
或融合	0.915	0.076	0.917	0.128	0.916	0.168

“或”融合方法的检测概率虽然很高,但是误警概率也相对较高;而“与”融合方法则相反,检测概率虽然低一些,但误警概率也低一些。而无论是“与”

(下转第 38 页)

态分布随机噪声。图 3 给出了建模结果。

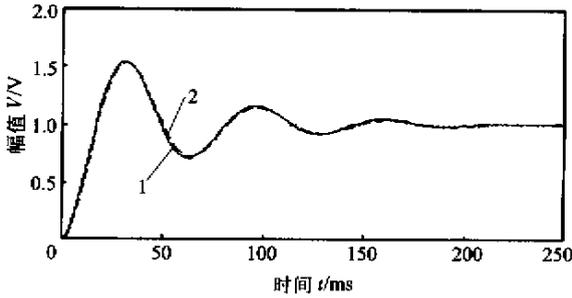


图 3 建模结果(阶跃响应)

Fig 3 Modeling results (Step response)

其中曲线 1 为传感器的阶跃响应输出,曲线 2 为递归网络的阶跃响应输出。递归网络中间层节点数取 $q = 4$ 。从结果可知,两者的输出几乎完全一致。

图 4 给出了某力传感器的建模结果。

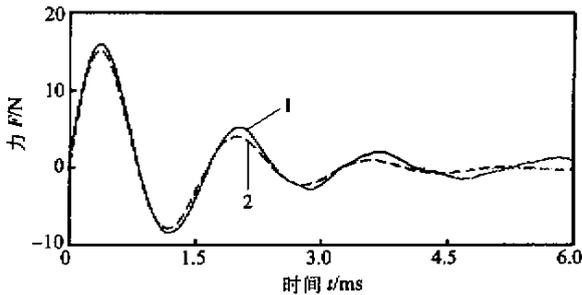


图 4 力传感器的建模结果

Fig 4 Modeling results for a force sensor

其中曲线 1 实际的脉冲响应。采用系统辨识法

建模,模型阶次为 7 阶时可以得到较好的结果。应用本文的方法,取 $q = 8$ 的递归网络进行建模的结果如图中曲线 2 所示。从图中可知,两者吻合得相当好。

3 结论

(1) 讨论了递归网络模型在传感器动态建模中的应用,为传感器的动态建模提供了一种新的方法。从试验结果可知,本文的方法是行之有效的。

(2) 从上面的分析可知,递归网络模型本身具有动态映射能力,其结构仅与输入层和中间层的节点数有关,这对高阶传感器的动态建模有比较重要的意义。

(3) 为了正确反映传感器的动态特性,所选取的训练数据必须具有典型性。

(4) 增加递归网络模型的隐层节点数,有助于提高动态补偿的精度,但会增加网络训练的时间。

参考文献:

- [1] 徐科军,陈荣保,张崇巍.自动检测和仪表中的共性技术[M].北京:清华大学出版社,2000.48-53.
- [2] Ljung L,Soderstrom T.Theory and Practice of Recursive Identification[M].London:The MIT Press,1983.314-337.
- [3] Ku C C,Lee K Y.Diagonal recurrent neural network for dynamic systems control[J].IEEE Trans on NN,1995,6(1):144-155.
- [4] 王永骥,涂健.神经网络控制[M].北京:机械工业出版社,1999.329-340.

作者简介:

田社平(1967-)男,湖北仙桃市人,博士,副教授,研究方向为动态测试与智能仪器,发表论文 40 余篇。

(上接第 35 页)

融合还是“或”融合都能大大地减少了误报警(与单传感器报警相比)。其代价是计算量的增加,但由于数据融合中心处理的是二值决策数据,所以计算量和计算速度一般都能满足实时性要求。

4 结束语

随着现场总线技术的日益普及以及智能仪表的迅速发展,人们不得不面临大量的信息处理。而为了进一步提高检测精确性,多传感器数据融合理论,特别是分布式多传感器理论必将得到进一步的应用和发展。实践也证明,在 Lonworks 总线下,利用 Lon 网络很容易实现分布式多传感器数据融合理论。其结果大大提高系统的检测能力,使火灾检测性能得到进一步的提高。

参考文献:

- [1] Pau L F.Sensors data fusion[J].Journal of Intelligent and Robotic System,1998,1:103-106.
- [2] Thomopoulos S C.Sensor integration and data fusion[J].Journal

of Robotic Systems,1990,7(3):337-372.

- [3] Rao B S Y,Durrant-Whyte H F,Sheen J A.A fully decentralized multi-sensor system for tracking and surveillance[J].The International Journal of Robotics Research,Massachusetts Institute of Technology,1993,12(1):20-44.
- [4] McClena S,Scotney B.Using evidence theory for the integration of distributed[J].International Journal of Intelligent Systems,1997,12:763-776.
- [5] Tenney R R,Jr Sandell N R.Detection with distributed sensors[J].AES,1981,17:501-510.
- [6] Tahani H,Keller J M.Information fusion in computer vision using the fuzzy intergra[J].IEEE Transactions on Systems,Man, and Cybernetics,1990,20(3):733-741.
- [7] 黎明森,李志俊,张更.基于 Lonworks 现场总线的智能住宅[J].武汉交通科技大学学报,2000,24(3):221-224.
- [8] 朱允民.多传感器分布式统计判决[M].北京:科学出版社,2000.19-22.

作者简介:

朱仁奇(1978-)男,安徽合肥人,2001年毕业于安徽工业大学工业自动化专业,现为上海大学机电工程与自动化学院检测技术与自动化专业硕士研究生。研究方向:多传感器数据融合、现场总线。