

基于多传感信息融合的轮胎气压监测系统

武 伟, 郭三学

(西安武警工程学院 军械运输系, 陕西 西安 710086)

摘要:为提高轮胎气压监测系统(TPMS)传感器测量精度,利用多传感器信息融合技术,采用神经网络方法对轮胎的温度和气压数据进行融合。神经网络采用 Levenberg-Marquardt 算法训练。Matlab 仿真试验结果表明,数据融合后的输出稳定性得到了很大提高,可有效减轻传感器工作中的干扰。

关键词:轮胎;气压监测系统;气压;温度;多传感器信息融合;神经网络

中图分类号:TQ330.4⁺93;TP183 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2006)05-0302-02

轮胎气压监测系统(TPMS)可实时监测行驶轮胎的温度和气压,并能在气压过高、欠压和轮胎过热时自动报警。准确测量数据是该系统的关键。为提高 TPMS 的数据测量精度,本工作将多传感器信息融合技术运用于 TPMS。多传感器信息融合技术主要是对空间分布的多源信息按所关心的目标进行检测、关联、跟踪、估计和综合等多级功能处理,以更高的精度、较高的概率或置信度得到需要的目标状态^[1]。采用多传感器信息融合技术,利用各传感器性能上的差异和互补性,可综合分析得到对周围环境正确理解和稳定可靠的信息。

1 神经网络融合

TPMS 两种传感器信息融合结构如图 1 所示,融合后的数据集中了两个传感器的信息,使得数据更精确、可靠。

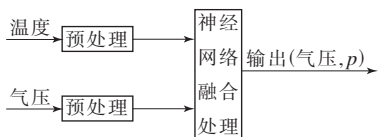


图1 两种传感器信息融合结构

传统的数据融合算法主要有 Bayes 决策推理、D-S 证据理论、加权平均法、卡尔曼滤波法、模糊融合和神经网络融合等^[2]。神经网络具备实时处理大量数据、知识泛化和结构容错性的优势,在信息融合中应用非常广泛。

作者简介:武伟(1980-),男,天津人,西安武警工程学院在读硕士研究生,主要从事汽车指挥与管理的研究。

1.1 神经网络融合模型

神经网络融合模型采用多层向前神经网络,主要由输入层、隐层和输出层组成,结构如图 2 所示。其中,同一层内各神经元互不相连,相邻层间的神经元通过权值 w_{ji} 或 w_{kj} 相连。输入层的节点数(i)为 2,输出层的节点数(k)为 1,隐层节点数(j)根据网络训练结果确定。

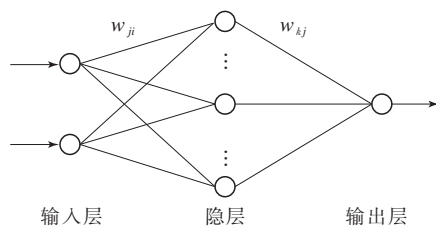


图2 神经网络融合模型

1.2 神经网络训练算法^[3~5]

最常用的神经网络训练算法是反向传播算法,但该算法实际应用时太慢,为提高速度并使算法更实用,采用牛顿法变形的 Levenberg-Marquardt 算法。该算法中输入误差平方和的计算方法如下。

将所有输入提交网络,用式(1)和(2)计算相应的网络输出,然后计算误差值($e_q = t_q - a_q^M$, t_q 为目标值, M 为网络层数),并用式(3)计算所有输入的误差的平方和 $[F(x)]$ 。

$$a^0 = p \quad (1)$$

$$a^{m+1} = f^{m+1}(\omega^{m+1} a^m + b^{m+1}) \quad (2)$$

$$m = 0, 1, \dots, M-1$$

$$F(x) = \sum_{q=1}^Q (t_q - a_q)^T (t_q - a_q) =$$

$$\sum_{q=1}^Q e_q^T e_q \tag{3}$$
$$0 < Q < M$$

重复计算误差的平方和,当梯度的模小于给定值或误差平方和减小到某个值时,算法被认为收敛。

2 仿真试验

采用 Matlab 语言,运用集成在 Matlab 中的神经网络工具箱进行仿真。由西安武警工程学院和长沙某研究所联合开发的 TPMS 试验数据对神经网络进行训练,训练数据如表 1 所示。

表 1 神经网络训练数据

序号	输入值/(kPa,℃)	实际值/kPa	输出值/kPa
1	(302.9,78.8)	301.7	301.666 4
2	(302.5,79.1)	301.7	301.715 4
3	(303.2,79.2)	300.1	300.127 4
4	(302.6,78.9)	303.8	303.790 1
5	(303.4,77.9)	302.1	301.973 6

误差变化曲线如图 3 所示。仿真结果表明,经过了 31 次训练神经网络达到稳定。表 2 示出了部分测量及融合结果。

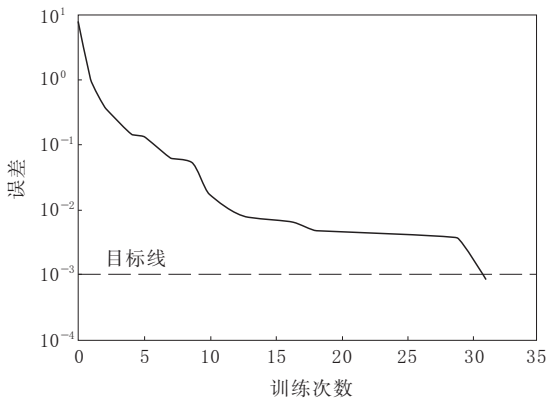


图 3 神经网络训练误差曲线

3 数据融合处理效果

对于同一被测气压,传感器输出气压值(p)随工作温度不同而变化,温度变化时产生的传感

表 2 测量与融合数据

序 号	测量值/(kPa,℃)	融合数据/kPa
1	(300.5,78.0)	304.816 0
2	(301.5,79.3)	304.816 2
3	(303.3,79.9)	305.961 2

器输出气压相对波动值为

$$\gamma_p = \frac{|\Delta p|}{p} \tag{4}$$

式中, $|\Delta p|$ 为传感器输出气压的最大绝对波动值。

当 p 为 300 kPa,工作环境温度由 75 ℃ 升至 80 ℃ 时

$$|\Delta p| = 303.3 - 300.5 = 2.8 (\text{kPa})$$

由式(4)可求得 γ_p 为 0.9%,传感器受环境温度影响比较大。

利用神经网络计算的融合值求解 $|\Delta p|$

$$|\Delta p| = 305.961\,2 - 304.816\,0 = 1.145\,2 (\text{kPa})$$

代入式(4)可计算出 γ_p 为 0.3%,传感器的输出稳定性得到了很大提高,表明基于神经网络的多传感器数据融合技术能够有效减轻传感器工作过程中受多种因素交叉干扰的影响。

4 结语

将采用神经网络融合数据的多传感器信息融合技术运用于 TPMS 中,能有效提高传感器输出的稳定性,使轮胎气压监测数据更精确。

参考文献:

[1] 杨万海.多传感器数据融合及其应用[M].西安:西安电子科技大学出版社,2004.1-18.

[2] 吴秋轩.多传感器信息融合方法综述[J].机器人,2003,25(7):741-745.

[3] Hagan M T, Demuth H B, Beale M H.神经网络设计[M].戴 葵译.北京:机械工业出版社,2002.227-244.

[4] Hagan M T, Menhaj M. Training feedforward networks with the Marquardt algorithm[J]. IEEE Tansactions on Neural Networks, 1994, 5(6): 989-993.

[5] Battiti R. First and second order methods for learning: Between steepest descent and Newton's method[J]. Neural Computation, 1992, 4(2): 141-166.

收稿日期: 2005-12-10