

On-Line Detection of Cut Tobacco Image with Adaptive Noise Cancellation Technology Based on ANFIS

SUN Zhongliang, WANG Xiaokan, WANG Lei, GUO Yanli, GUO Sanci

1. Henan Mechanical and Electrical Vocational Group, Zhengzhou, China

2. Henan Mechanical and Electrical Vocational School, Zhengzhou, China

e-mail: sunzhl2008@126.com, wxkbbg@163.com

Abstract: Currently when identifying the cut tobacco image of on-line detection, the measurement results easily influenced by noise, light, temperature and humidity, and which caused the parameter time-varying and time lag. Designed one ANFIS Noise Cancellation Technology based on the MATLAB. Modeling the nonlinear dynamic characteristic of noise by ANFIS and approaching the colored noise by ANFIS is presented. Then colored noise is cancelled from measured signal and useful the cut tobacco image is gotten. This technology is applied in the actual cut tobacco image of on-line detection production process, indicated which can automatically estimate the noise signal, quickly and easily online noise cancellation, thus can obtains satisfied the cut tobacco image.

Keywords: template cut tobacco Image; adaptive noise cancellation; fuzzy neural network; on-line detection

基于 ANFIS 的烟丝图像在线检测自适应消噪技术

孙忠良, 王晓侃, 王蕾, 郭艳丽, 郭三刺

1. 河南省机电职业教育集团, 郑州, 中国, 450002

2. 河南机电学校, 郑州, 中国, 450002

e-mail: sunzhl2008@126.com, wxkbbg@163.com.

【摘要】针对目前烟丝在线检测设备进行烟丝图像在线检测识别时, 测量结果容易受到噪声、光线、温度、湿度等的影响, 而导致参数时变、时间滞后等特性, 设计一种基于 MATLAB 的 ANFIS 自适应消噪技术, 利用自适应神经模糊推理系统 ANFIS 对烟丝图像噪声的非线性动态特性进行建模, 并利用 ANFIS 逼近有色噪声, 然后从测量烟丝图像中消除有色噪声得到有用的烟丝图像。该技术在实际烟丝在线检测生产过程应用, 表明能够在复杂的环境下, 自动的估计出噪声信号, 方便快捷地实现在线去噪, 从而得到满意的烟丝图像。

【关键词】烟丝图像; 自适应消噪; 模糊神经网络; 在线检测

1 引言

随着信息技术的发展, 图像资源日益丰富, 图像增强在信息处理中占据了越来越重要的位置。在烟丝生产的工序中, 制丝过程是直接影响到烟支生产的质量和和企业经济效益的重要环节。烟丝在线检测过程受来料烟片结构的波动、制丝掺配的精度差及卷烟机的风力送丝系统性能不稳定等诸多因素的影响, 输送至卷烟机的烟丝结构会发生较大变化, 从而影响烟支的卷接质量。因此烟丝检测过程中烟丝图像的处理就显得尤为重要, 但在

烟丝图像产生过程中存在以下问题, 一方面, 由于图像是由光的反射形成的, 常出现光源在景物上照射不均匀的现象, 至使光照强的部分较亮, 光照弱的部分较暗; 另一方面, 在图像生成和传输的过程中, 经常会引起脉冲噪声, 从而导致图像呈现出随机分布的黑白相间的噪声点。上述两种现象的存在, 不仅破坏了图像的真实信息, 还严重影响了图像的视觉效果, 对后续的边缘检测、模式识别等工作也会造成较大影响。针对烟丝图像在线检测这个复杂过程运用基于自适应神经模糊推理系统 (ANFIS) 中建立模型进行辨识, 并利用 ANFIS 逼近有色噪声, 然后从测量信号中消除有色噪声得到有用的烟丝图像。

基金项目: 国家科技部中小企业创新基金(09C26214101775)
河南省重点科技攻关项目(092102210308)

2 ANFIS 结构的工作原理

本模板 1985 年 Takagi 和 Sugeno 提出了一种非线性 T-S 模糊模型，即后来的 Sugeno 模糊模型，是一种对有精确输入、输出数据集产生模糊规则推理的系统化方法。它结合模糊逻辑与神经网络二者之优势，改善了传统模糊控制设计中必须人为地不断调整隶属度函数以减小误差的不足，采用混合学习算法调整前提参数和结论参数，自动产生模糊规则。后来，Tang Roger 提出与一阶 Sugeno 模糊模型功能等同的基于自适应神经网络的模糊推理系统(ANFIS) 用来实现 Sugeno 模糊模型的学习过程。ANFIS 可以认为是 Sugeno 型模糊模型的神经网络实现，该网络是一个多层前馈网络，结构如图 1。

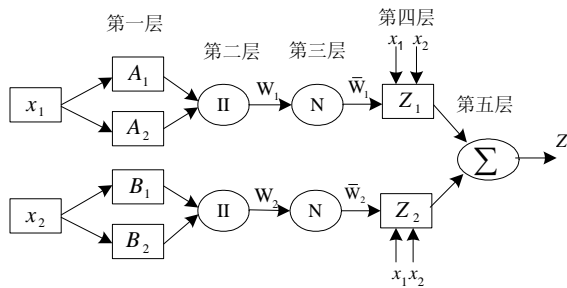


Figure 1. The equivalent ANFIS network based on Sugeno fuzzy system

假定模糊规则库包含两种规则:

Rule1: if x_1 is A_1 and x_2 is B_1 , then

$$f_1 = p_1x_1 + q_1x_2 + r_1$$

Rule2: if x_1 is A_2 and x_2 is B_2 , then

$$f_2 = p_2x_1 + q_2x_2 + r_2$$

第一层: 该层节点 i 是以节点函数表示的方形节点

$$O_{1,i} = \mu_{A_i}(x_1), i = 1, 2$$

$$O_{1,i} = \mu_{B_{(i-2)}}(x_2), i = 3, 4$$

第二层: 该层的节点表示将输入信号相乘，其乘积输出为

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x_1)\mu_{B_i}(x_2), i = 1, 2$$

第三层: 该层节点用 N 表示，第 i 个节点计算第 i 条规则的归一化可信度为:

$$O_{3,i} = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, i = 1, 2$$

第四层: 该层每个节点 i 为自适应节点，其输出为:

$$O_{4,i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i x_1 + q_i x_2 + r_i), i = 1, 2$$

第五层: 该层单节点是一个固定节点，计算所有输入信号的总输出为:

$$O_{5,i} = \sum_i \bar{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i}$$

在这一网络中，包含了未知参数 p_i, q_i, r_i 等，通过基于数据聚类的算法训练 ANFIS，可以按指定的指标得到这些参数，从而达到模糊建模的目的。

通常基于数据聚类的 ANFIS 设计方法一般有以下几个步骤:

(1) 获取样本数据;

(2) 确定 ANFIS 模糊输入的初始模糊划分和模糊规则; 利用数据聚类技术对样本数据进行聚类分析，得到若干输入变量聚类中心。然后根据聚类结果可以获得输入变量的模糊划分(即隶属函数个数和初始分布)和模糊规则，即模糊输入的聚类中心可作为模糊输入隶属函数的初始中心位置，由聚类结果得到的模糊输入之间的匹配关系可直接转化为模糊规则。

(3) 确定 ANFIS 的初始结构; 由得到的模糊输入隶属函数和模糊规则确定 ANFIS 各隐层神经元个数以及神经元激励函数。

(4) 训练 ANFIS，得到最终结果; 根据训练样本数据利用混合学习算法离线辨识前提参数集和结论参数集，得到辨识后的 ANFIS 模型。

(5) 用核对数据校验 ANFIS。

3 自适应神经网络模糊系统消噪原理

自适应神经网络模糊系统的一个十分重要的应用领域就是消噪去扰。在信号处理和控制在，测量信号往往带有噪声。当噪声源可以测量或满足一定的假设(如白噪声)时，对噪声信号的建模是消除噪声、提高测量数据精度的有效方法。

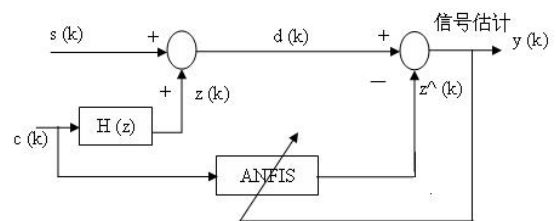


Figure 2. The principle graph of noise cancellation

其中： $s(k)$ 为有用信号； $c(k)$ 为可测噪声，经过非线性变换 $H(z)$ 后为有色噪声 $z(k)$ ，测量信号 $d(k) = s(k) + z(k)$ 为被噪声污染的信号， $s(k)$ 与 $z(k)$ 是不相关的。噪声抵消就是从被噪声污染的信号中估计 $s(k)$ ，显然，这只要估计出 $z(k)$ 即可。而 $z(k)$ 是 $c(k)$ 的延迟和变形，它是不可测的，即 $z(k) = f(c(k), c(k-1), c(k-2), \dots)$ ，其中，函数 f 是未知的、非线性的，而且其频率范围往往与 $d(k)$ 的频率范围重叠，所以，频率滤波技术无法实现。现在利用 ANFIS 网络可以任意逼近非线性函数的能力，使 ANFIS 网络逼近有色噪声 $z(k)$ ，从而估计出信号 $y(k)$ 。

用 ANFIS 网络逼近有色噪声时，网络的输入为噪声 $c(k)$ 和 $c(k-1)$ ，并且每个变量采用钟形隶属函数，输出样本本应该为有色噪声，但是实际不能直接得到它，这里可以用测量信号 $d(k) = s(k) + f(c(k), c(k-1), \dots)$ 来代替。ANFIS 的输出即可作为 $z(k)$ 的估计值 $\hat{z}(k)$ 。而 ANFIS 的训练应使下面的误差最小。

$$e^2(k) = \left\| d(k) - \hat{z}(k) \right\|^2 = \left\| s(k) + z(k) - \hat{z}(k) \right\|^2 = \left\| s(k) + z(k) - \hat{f}(c(k), c(k-1), c(k-2), \dots) \right\|^2 \quad (1)$$

中 f 就是由 ANFIS 产生的非线性函数的逼近。将上式展开，得

$$e^2(k) = \|s(k)\|^2 + \|z(k) - \hat{z}(k)\|^2 + 2s(k)z(k) - 2s(k)\hat{z}(k) \quad (2)$$

对 (2) 式两边取期望，并注意到 $s(k)$ 的期望为 0（这对许多问题是成立的，或经过简单转化后是成立的）和 $s(k)$ 与 $c(k)$ 不相关，从而与 $z(k)$, $\hat{z}(k)$ 也不相关，得

$$E(e^2) = E(s^2) + E[(z - \hat{z})^2] \quad (3)$$

因此，使 $E(e^2)$ 最小，等价于使 $E[(z - \hat{z})^2]$ 最小，即将 $\hat{z}(k)$ 尽可能接近 $z(k)$ 。换句话说，ANFIS 提供的函数 \hat{f} 将以期望最小均方误差逼近实际的噪声传输函数 $H(z)$ 。

在理想情况下， $\hat{z}(k) = z(k)$ ，则 $y(k) = s(k)$ ，这时，ANFIS 自动调节其参数，将 $c(k)$ 加工成 $z(k)$ ，与原始输入信号 $d(k)$ 中的 $z(k)$ 相减，使输出信号 $y(k)$ 由于噪

声完全被抵消，而等于有用信号 $s(k)$ 。

4 基于 MATLAB 的 ANFIS 自适应消噪技术

4.1 用 MATLAB 生成烟丝图像

本系统中的原始烟丝图像如图 3 所示。

其噪声是由 MATLAB 语句模拟生成（如图 3 所示）。具体过程是这样的：噪声源设为 $n1$ ， $n1$ 采用正态分布的随机数，可以通过下面的命令生成：

```
n1=randn(size(t));plot(n1);axis([0 650 min(n1) max(n1)]);
legend('噪声信号');
```

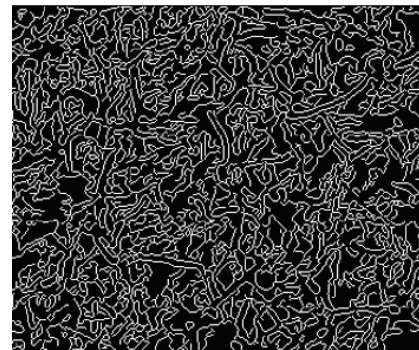


Figure 3. The original cut tobacco image

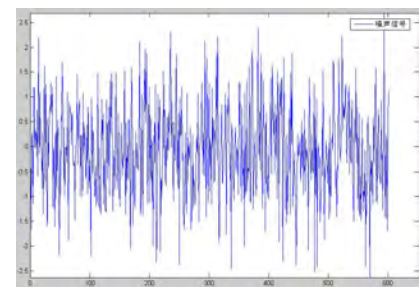


Figure 4. Noise change curve

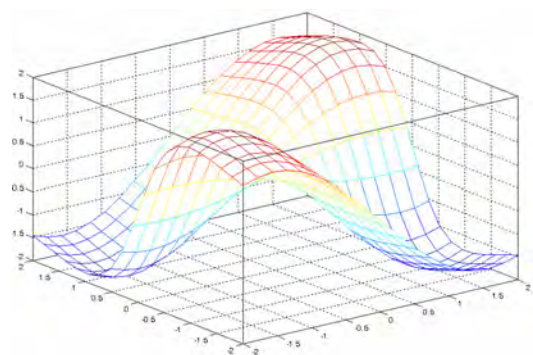


Figure 5. Non-linear characteristic curve of noise signal interference

4.2 叠加噪声信号后的测量信号

叠加噪声信号后的烟丝图像如图 6 所示。

4.3 利用 ANFIS 函数完成系统训练

选用具有二输入单输出的神经网络模糊系统对噪声非线性进行建模, 在获得了输入输出数据对(经网络的参 FIS 模型的训练。fismat1 是用于制定出使得模糊

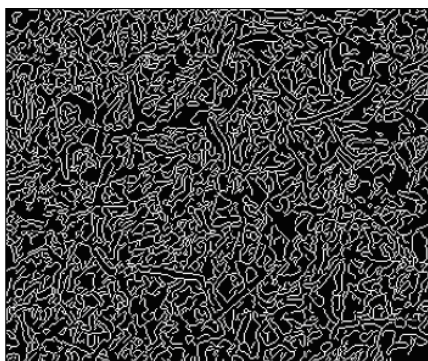


Figure 6. The cut tobacco image of superposition noise

推理系统编辑器生成, 也可以使用函数 genfis1 由训练数据直接生成。本系统就是使用函数 genfis1 的网格分割法生成模糊推理系统。同时, 利用函数 anfis 按照一定的误差准则(规律)来调整隶属度函数的参数, 使得在 FIS 模型能不断的逼近给定的训练数据。训练时, 每个输入变量的隶属度函数个数都选为 2, 则总模糊规则数为 4。

由以上的训练数据和结果可以看出, 随着训练的进行, 训练数据的误差逐渐变小, 单方向收敛, 步长也实时变大。FIS 模型的训练效果很明显。

4.4 噪声信号的影响评估

在完成对噪声的非线性特性进行神经网络模糊建模以后, 利用训练后的神经网络模糊系统对噪声信号在测量信号结果中产生的影响进行估计。

legend(‘对叠加噪声的信号估计’);

4.4 进行噪音消除

对烟丝图像进行噪声消除。则为利用神经网络模糊系统建模消除噪声后的烟丝图像如图 8 所示。

4 结论

基于 ANFIS 的图像自适应消噪技术, 利用自适应

神经模糊推理系统(ANFIS)同时具有模糊逻辑易于表达人类知识和神经网络的分布式信息存储以及学习能力相结合的优点, 可在未知外界干扰源特征、传递途径不断变化, 以及背景噪声和被测对象相似的情况下, 对烟丝图像噪声的非线性动态特性进行建模, 能够有效地消除外界声源的干扰获得满意的烟丝有用图像, 达到了很好的自适应消噪效果, 提供了一条有效的图像消噪方法。

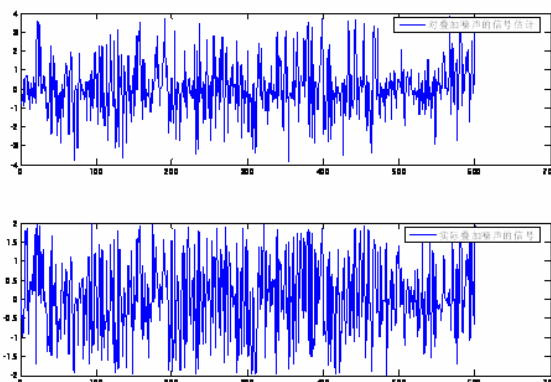


Figure 7. Estimation noise and superposition noise based on ANFIS

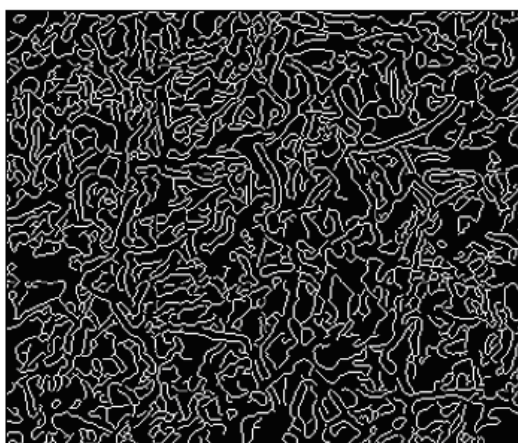


Figure 8. The cut tobacco image which have eliminated noise signal

References (参考文献)

- [1] R&D center of Fecit technical product. Neural network theory and Realization based on MATLAB7 [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2005. 3.
- [2] Wu Xiaoli Lin Zhehui. Aid Fuzzy system design based on MATLAB6.X [M]. Xian: Xi Dian University Press, 2002.8.
- [3] Widrow B.Glover J R, Meeool J. Adaptive noise canceling: principles and application [J].Proc IEEE, 1975, 63(12) : 1692-1716.
- [4] Li Qingru,Wang Peifeng. A Technology of Canceling Colored Noise Based on ANFIS [J], Control & Automation, 2006, 1(1), P113-114 (Ch).
- [5] Li Hongsong,Quan Ziyi. An Image Compression Coding Algo-

- rithm Based on Self-Organizing Neural Network[J], CHINESE JOURNAL OF ELECTRONICS. 1996, 25(01): 69-71.
- [6] XU Feng, FANG Tao, LU Jian-gang, SUN You-xian, An Image Compressing Algorithm Based on PCA/SOFM Hybrid Neural Network[J], Journal of Image and Graphics, 2003, 37(09), P68-70 (Ch).