

基于 BP 神经网络的 CMYK 到 $L^* a^* b^*$ 颜色空间转换模型

刘士伟, 魏庆葆

(郑州牧业工程高等专科学校, 郑州 450011)

摘要: 由于 BP 神经网络不需要充分的理论根据, 利用色靶的大量数据, 通过 BP 神经网络, 建立了 CMYK 到 $L^* a^* b^*$ 色空间的转换关系, 并评价了模型精度。研究表明: BP 神经网络用于 CMYK 到 $L^* a^* b^*$ 颜色空间转换, 计算速度快, 转换精度较高。

关键词: 色彩空间转换; BP 神经网络; 色彩管理

中图分类号: TS801.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)11-0069-03

Color Space Conversion of CMYK to $L^* a^* b^*$ Based on BP Neural Network

LIU Shi-wei, WEI Qing-bao

(Zhengzhou College of Animal Husbandry Engineering, Zhengzhou 450011, China)

Abstract: Color space conversion of CMYK to $L^* a^* b^*$ model was established with the BP neural network and mass of data of color target. The accuracy of the BP neural network model was evaluated. Results showed that the BP neural network for CMYK to $L^* a^* b^*$ color space conversion has fast calculation speed and high precision.

Key words: color space conversion; BP neural network; color management

人工神经网络方法是近年来广泛应用于解决多因素复杂问题的一种算法, 采用神经网络可对非线性函数进行逼近, 经过多次样本训练即可获得复杂对应关系的近似数学表达式^[1], 只要样张上颜色块具有代表性, 就可以建立印刷颜色空间 CMYK 与颜色空间 $L^* a^* b^*$ 的数学关系^[2]。其非线性映射、可学习分类及高速并行处理的特性适合应用于色空间的转换, 可达到接近于查表法的精度, 而所占存储空间比多维查找表法小很多, 是一种较有前途的方法。

1 BP 神经网络模型简介

BP 神经网络是一种神经网络学习算法, 是由输入层、中间层和输出层组成的阶层型神经网络, 中间层可扩展为多层, 相邻层之间各神经元进行全连接, 而同层各神经元之间无连接, 网络按有教师示教的方式进行学习, 当 1 对学习模式提供给网络后, 各神经元获得网络的输入响应产生连接权值。然后按减小

期望输出与实际输出误差的方向, 从输出层经各中间层逐层修正各连接权值, 回到输入层。此过程反复交替进行, 直至网络的全局误差趋向给定的极小值, 即完成学习的过程。

BP 神经网络模型拓扑结构包括输入层(input)、隐层(hidden layer)和输出层(output layer), 见图 1。

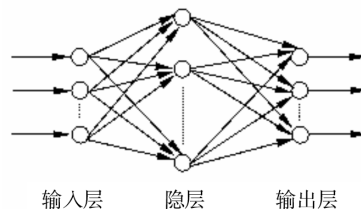


图 1 BP 神经网络结构

Fig. 1 Structure of BP Neural Network

2 BP 神经网络建模数据的获取

需要建立的 CMYK 与 $L^* a^* b^*$ 色彩空间之间的转换模型, 数据选取的是 EC12002 国际标准色靶, 该

收稿日期: 2011-03-26

基金项目: 河南省重点科技攻关项目(082102250002)

作者简介: 刘士伟(1975—), 女, 河北安平县人, 上海理工大学博士生, 郑州牧业工程高等专科学校讲师, 主要研究方向为色彩管理与质量控制。

色靶共有 1 485 个色块。该色靶的 CMYK 数据已知, 打印该色靶, 测量得到该色靶的 $L^* a^* b^*$ 。

由于 BP 神经网络是通过对本样本数据的反复学习, 来反映整体结构的非线性演化关系, 从而对未知数据进行预测。因此, 训练样本数据对于神经网络的拟合精度及泛化能力极为重要。在选择样本数据时, 可遵循以下原则^[3]: 样本数据要能覆盖待解决问题的整体结构, 能充分体现潜在规律; 样本数据要分布均匀, 避免出现局部数据过密的现象; 提前对不可能出现的数据进行处理, 避免该类型数据产生数据噪声, 影响网络精度。

共测量 ECI2002 色靶 1 485 组数据, 该色靶包括一次色、二次色、三次色等主数据 1 286 组和 199 组用于过程控制的特性化数据。所以, 在建模的过程中, 以 1 286 组数据作为建模的数据, 199 组数据用作检验模型精度的数据。

3 BP 神经网络的建模

3.1 BP 神经网络模型的建立

基于 Matlab 编程, BP 神经网络创建函数为^[4]:

```
net = newff(PR, [S1 S2... SN1], {TF1 TF2... TFN1}, BTF, BLF, PF)
```

式中: net = newff 用于在对话框中创建一个 BP 网络; net 为创建的新 BP 神经网络; PR 为网络输入向量取值范围的矩阵; [S1 S2... SN1] 表示网络隐含层和输出层神经元的个数; {TF1 TF2... TFN1} 表示网络隐含层和输出层的传输函数, 隐含层默认传递函数为 'tansig', 输出层默认传递函数为 'perline'; BTF 表示网络的训练函数, 默认为 'trainlm'; BLF 表示网络的权值学习函数, 默认为 'learngdm'; PF 表示性能函数, 默认为 'mse'。

3.2 BP 神经网络模型主要参数的确定

1) 输入层和输出层节点数^[5]。由于需要建立的是 CMYK 颜色空间到 $L^* a^* b^*$ 颜色空间的转换模型, 即建立的 BP 神经网络的输入层神经元个数为 4, 输出层神经元个数为 3。

2) 隐层层数。理论上已经证明: 具有偏差和至少一个 s 型隐含层加上一个线性输出层的网能够逼近任何有理函数^[6], 即一个 3 层的 BP 神经网络可以完成任意的 n 维到 m 维的映射。

3) 隐层神经元的确定。在确定隐层神经元个数

的时候, 经常用到经验公式 $m = \sqrt{n+l} + a$, 式中 m 为隐层神经元个数; n 为输入层节点数; l 为输出层节点数; a 为 1~10 之间的常数。文中 BP 神经网络的参数为: $n=4$; $l=3$; 隐层层数为 1, 隐层节点数 $3 \leq m \leq 13$, 通过实验, 经过误差对比, 确定最佳隐层节点数。实验数据见表 1, 隐层节点数为 8 的时候模型的

表 1 网络训练误差及相关系数

Tab. 1 Training MSE and correlation coefficient

隐层节点数	MSE(训练均方差)	Training: R=相关系数
3	0.0169	0.9398
4	0.0148	0.94733
5	0.0103	0.9636
6	0.0096	0.9664
7	0.0098	0.9654
8	0.00749	0.9738
9	0.0079	0.9722
10	0.0105	0.9629
11	0.0117	0.9585
12	0.0129	0.9543
13	0.0156	0.9444

训练误差最小, 所以选择隐层节点数为 8。

4) 传递函数。只有一个隐层, 隐层中的传输函数默认为 'tansig'; 输出层的神经元则采用线性传递函数 'purelin'。

5) 训练函数。采用不同的训练函数对网络的性能也有影响, 比如收敛速度等。采用默认的训练函数 'trainlm', 函数 'trainlm' 收敛速度快, 网络的训练误差也比较小。

确定最终的 BP 神经网络:

```
net = newff(minmax(P), [8, 3], {'tansig', 'purelin'}, 'trainlm');
```

4 BP 神经网络的精度分析

BP 神经网络模型建立后, 利用函数 $y = \text{sim}(\text{net}, \text{test})$ 将检测样本带入训练好的 BP 神经网络模型进行仿真, 得到检测样本基于 BP 神经网络转换的仿真值, 将检测样本的测量值与仿真值进行比较, 计算其差值(按公式 $\Delta E_{ab} = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ 计算), 结果见图 2。检测样本的色差的大小可以用来评价神经网络的精度^[7-8]。

由图 2 可以看出, 全部检测数据的绝对色差 ΔE

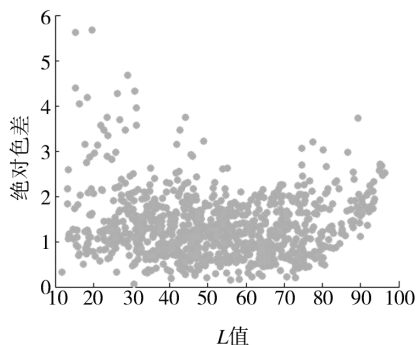


图2 检测样本测量值与仿真值的绝对色差及分布情况

Fig. 2 Absolute ΔE between measured value and simulation value of the samples and its distribution

≤ 6 , 大部分数据的绝对色差 $\Delta E \leq 3$, 说明基于 BP 神经网络的 CMYK 到 $L^* a^* b^*$ 颜色空间转换模型具有较高的精度。

5 结论

在对 BP 神经网络的网络模型和算法进行详细分析的基础上, 利用 Matlab 软件, 采用 EC12002 色靶, 通过大量的数据建立基于 BP 神经网络的 CMYK 与 $L^* a^* b^*$ 色彩空间之间的转换模型, 并通过实验确

立了网络模型的具体参数。然后在对数据进行归一化的基础上, 对 BP 神经网络进行了训练和仿真, 得到了较好的效果, 并通过测量样本数据对模型精度进行了评价, 证明了在进行颜色空间转换中, BP 神经网络可以发挥很好的作用。

参考文献:

- [1] 李举. 调频加网呈色模型与分色配色模型的研究[D]. 西安: 西安理工大学, 2007.
- [2] 陈路, 李小东. 基于 BP 神经网络的 CMY 到 XYZ 颜色空间转换算法研究[J]. 包装工程, 2007, 28(7): 63-64.
- [3] 韩力群. 神经网络教程[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2006.
- [4] 飞思科技产品研发中心. 神经网络理论与 Matlab7 实现[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [5] 杨建刚. 神经网络理论实用教程[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2001.
- [6] 丛爽. 面向 matlab 工具箱的神经网络理论与应用[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1998.
- [7] 曹从军. 色彩管理关键技术 CIE $L^* a^* b^*$ 与 CMYK 变换算法的研究[D]. 西安: 西北大学, 2008.
- [8] 曹从军, 刘强珺. 基于径向基函数神经网络的颜色空间转换研究[J]. 中国印刷与包装研究, 2010, 2(11): 48-51.
- [9] 王西珍, 李言, 成刚虎. 模切机主切机构刚柔耦合动力学特性研究[J]. 包装工程, 2010, 31(21): 68-73.
- [10] 陈凯. 平压平模切机动平台共轭凸轮驱动机构的分析研究[D]. 西安: 西安理工大学, 2009.
- [11] 肖亚彬. 模切机活动平台驱动机构创新设计[D]. 西安: 西安理工大学, 2006.
- [12] 王西珍. 全自动平压平模切机肘杆机构精度分析及可靠性设计[D]. 西安: 西安理工大学, 2006.
- [13] 陆雯. 绿色化气动执行元件——气动肌腱及其应用研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2006.
- [14] 苏东宁, 钟康民, 李国平. 对称布局的铰杆-杠杆-铰杆三级串联力放大机构及其应用[J]. 机床与液压, 2009, 35(8): 94-96.
- [15] 王昌盛. 一种气液增力烫金模切机: 中国, 200720019906. 3 [P]. 2008-02-13.

(上接第 64 页)

力源, 液压油被密封在系统之中, 不需要独立的液压站, 设备运行过程中产生的噪声较少, 符合绿色环保的设计理念。

3) 所提及的模切机驱动机构创新设计方案能为新型模切机驱动机构的设计提供一定的理论参考。当然, 针对方案中存在的一些不足和需要攻克的难题, 还需要在以后的工作中不断地进行修改和完善。

参考文献:

- [1] 柴三中. 平压平自动模切机主切机构运动特性分析与优化[D]. 西安: 西安理工大学, 2006.
- [2] 李发展, 卢章平. 基于 ADAMS 模切机肘杆机构特性分析[J]. 包装工程, 2010, 31(21): 24-26.
- [3] 赵鑫磊. 改进模切机动态性能方法的研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2008.