

SpectroEye 与 i1Pro 台间差软修正方法研究

卢智平, 刘真, 白韬韬, 张建青

(上海理工大学, 上海 200093)

摘要: 在印刷质量检测中, 不同型号测量仪器测量结果差异较大。针对这一问题, 提出了一种三维空间拟合算法, 建立了正反向模型, 用 i1Pro 和 SpectroEye 这 2 种企业常用的测量设备互相预测, 最后计算了预测值与实际测量值之间的色差。实验结果显示, 98% 的色差小于 2, 表明该算法具有比较好的结果。

关键词: 台间差; 软修正; 三维拟合

中图分类号: TS807; TS803 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)11-0089-04

Soft Correction Method of Error between Instruments Using SpectroEye and i1Pro

LU Zhi-ping, LIU Zhen, BAI Tao-tao, ZHANG Jian-qing

(University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: In print quality inspection, measuring results from different model of measuring instruments are quite different. A three-dimensional fitting algorithm was put forward to solve this problem. Forward and backward models were established. Measured value of i1Pro and SpectroEye, which were both commonly used in enterprises, were used predict each other. The color difference between the predicted value and the actual measured value was calculated. The experimental results showed that 98% of the color difference is less than 2, indicating that the algorithm has good result.

Key words: error between instruments; soft correction; 3D fitting

现代印刷越来越追求色彩的准确性和可描述性, 因此色度测量被广泛地应用于制版、打样、印刷中。色度测量是以人眼视觉生理特征为基础的对颜色的一种“客观”描述, 表达了大多数人对颜色的平均视觉感受^[1]。

在印刷生产中, 由于企业测量设备的更新换代, 常出现使用不同设备进行印刷质量检测的情况。由于工作原理及制造工艺的不同, 不同型号的测量仪器测量同一色块时其测量值存在较大差异。用不同设备按相同标准进行色差控制成为印刷生产质量控制中亟待解决的问题, 目前针对这方面的研究很少。

文中提出了一种基于 CIE $L^*a^*b^*$ 色空间的三维空间拟合算法, 将不同设备的 L^* , a^* , b^* 值进行拟合, 以一种设备的测量值预测另一设备的测量值, 从而达到不同测量仪器台间差软修正的目的。文中根据样本数据的波动特性, 建立三维空间模型, 用拟合

优度的确定系数 R 值作为指标进行模型评价, 用验证数据对建立好的模型进行正反验证, 最后通过计算预测数据与实际测量数据之间的色差, 来验证该模型的效果。

1 三维空间拟合模型

由 CIE 1976 $L^*a^*b^*$ 均匀色空间的定义^[2]可知, 明度 L 值的计算只与 Y 和 Y_n 有关, 故可以对其进行独立的拟合计算; a 值的计算与 X, X_n, Y, Y_n 有关, b 值的计算与 Y, Y_n, Z, Z_n 有关, 它们都与 L 值有关, 两者之间有一定的联系, 故在拟合时应考虑两者之间的相互影响。在本算法中, 用彩度 $C = \sqrt{a^2 + b^2}$ 进行拟合。

建立以 L 为 Z 轴(高度), 彩度 C 为径向距离, 方位角为 θ 的柱坐标。首先对明度 L 值进行高度方向上的拟合, 再对彩度 C 值进行径向距离上的拟合, 最

收稿日期: 2013-01-26

基金项目: 上海市研究生创新基金项目(JWCXSL1201 和 JWCXSL1302)资助; 受上海市研究生教育创新计划资助

作者简介: 卢智平(1990-), 男, 江苏泰兴人, 上海理工大学硕士生, 主攻印品质量控制和跨媒体色彩管理。

后对方位角 θ 进行拟合。

2 实验

2.1 设备

实验设备有: X-Rite i1Pro, X-Rite SpectroEye, Munsell color tree。

2.2 参数设置

参数设置为: D50 光源, 2° 视场。

2.3 过程

1) 分别用上述 2 台设备对孟塞尔树的每一个色块进行测量, 记录测量的 L, a, b 值。

2) 选取训练数据和验证数据。实验中, 对 Munsell color tree 的 309 组数据, 每一个色相角上取 5 个点, 每个点的明度值不同, 且饱和度介于最大值和最小值之间。共取 50 个点作为验证数据, 用剩下 259 个点作为训练数据。

3) 用训练数据对明度 L 进行拟合, 同时对彩度 C 和方位角 θ 进行拟合。根据拟合优度的确定系数 R 值来验证拟合效果, R 的取值范围是 $[0, 1]$ 。 R 值越接近 1, 说明回归直线对观测值的拟合程度越好; 反之, R 值越接近 0, 说明回归直线对观测值的拟合程度越差。一般 R 值大于 0.95, 说明拟合效果很好。

4) 建立正、反向模型, 正向模型是用 i1Pro 预测 SpectroEye 的值, 反向模型是用 SpectroEye 预测 i1Pro 的值。以正向模型为例, 模型效果验证是用验证数据计算 i1Pro 预测的 SpectroEye 的值, 用该预测值与 SpectroEye 的实际测量值计算色差。色差公式采用 CIE 1976 Lab 色差公式:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \tag{1}$$

式中: ΔE 为两个颜色的色差; $\Delta L, \Delta a, \Delta b$ 为 2 个颜色相应量的差。实验流程见图 1。

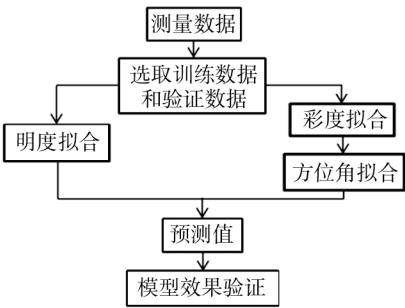


图 1 实验流程
Fig. 1 Flowchart of the experiment

3 算法验证分析

3.1 正向模型可行性验证

分别对明度 L 值进行高度方向上的拟合, 对彩度 C 值进行径向距离上的拟合, 最后对方位角 θ 进行拟合, R 值分别为 0.9989, 0.9967, 0.9979, 拟合效果见图 2。

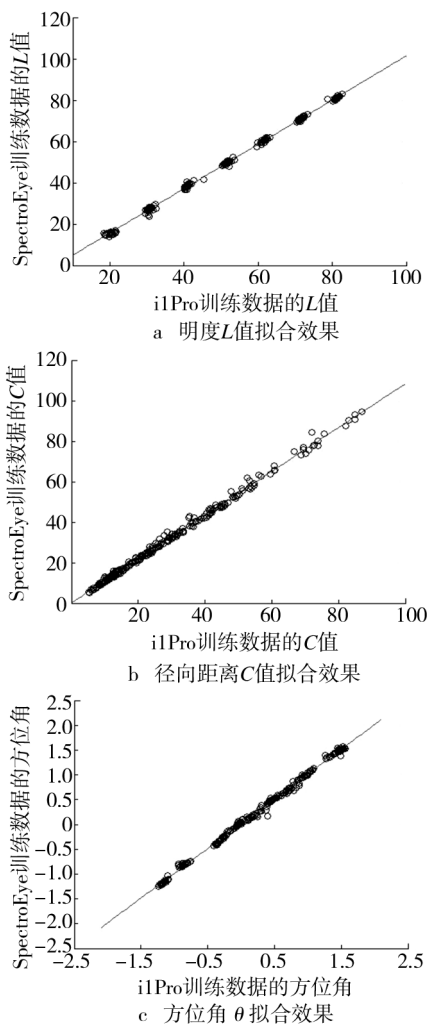


图 2 正向模型拟合效果
Fig. 2 Fitting effect of forward model

分析上述 3 次拟合结果可知, R 值均非常接近 1, 证明正向模型可行性很好。

3.2 正向模型效果验证

针对验证用的 50 组数据, 首先计算出直接用 i1Pro 和 SpectroEye 测量同一个色块得到的测量值之间的色差值, 再用 i1Pro 的测量数据通过文中模型预测 SpectroEye 的值, 然后再计算同一色块预测值与

SpectroEye 的实测值之间的色差,比较分析两组色差。正向模型实测值之间的色差值、预测值和实测值之间的色差值见图3。

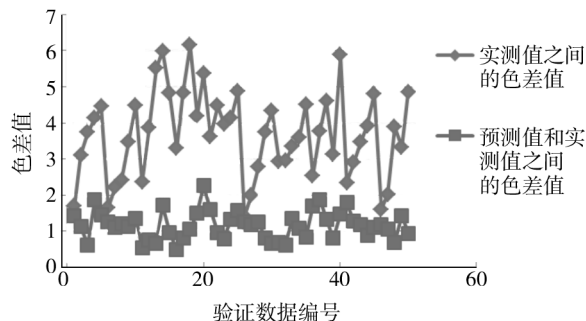


图3 正向模型实测值之间的色差值、预测值和实测值之间的色差值

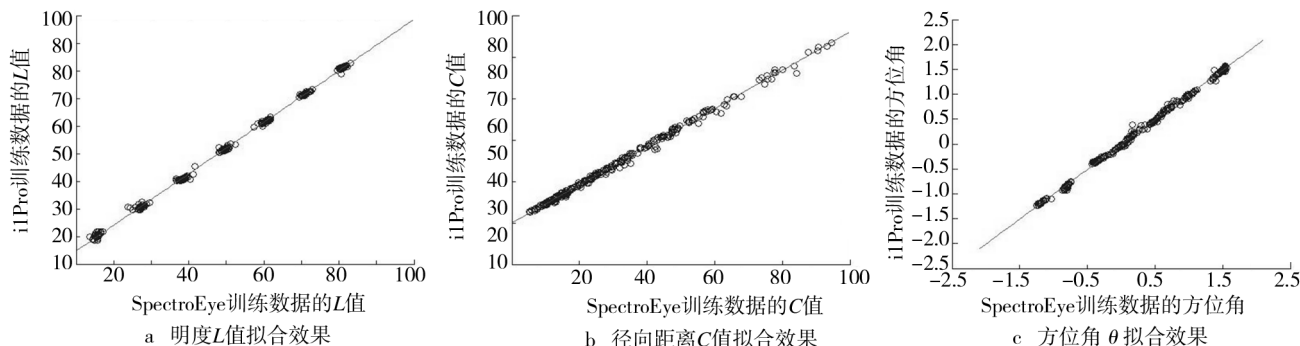


图4 反向模型拟合效果

Fig. 4 Fitting effect of backward model

向模型实测值之间的色差值、预测值和实测值之间的色差值如图5所示。

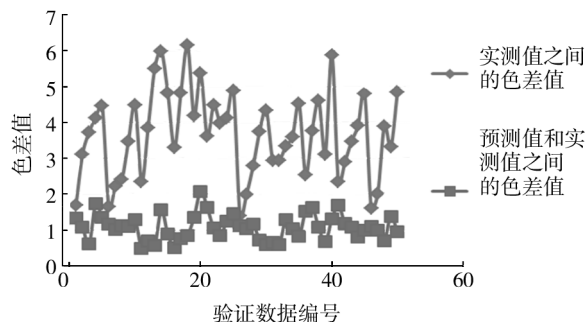


图5 反向模型实测值之间的色差值、预测值和实测值之间的色差值

Fig. 5 The color difference between the measured values, between the predicted and measured values by backward model

4 结论

根据仿真实验中的评价指标来看,正、反向模型

3.3 反向模型可行性验证

分别对明度 L 值进行高度方向上的拟合,对彩度 C 值进行径向距离上的拟合,最后对方位角 θ 进行拟合, R 值分别为 0.9989, 0.9967, 0.9979,拟合效果见图4。

分析上述3次拟合结果可知, R 值都非常接近1,证明反向模型可行性很好。

3.4 反向模型效果验证

针对验证用的50组数据,首先计算出直接用 i1Pro 和 SpectroEye 测量同一个色块得到的测量值之间的色差值,再用 SpectroEye 的测量数据通过文中模型预测 i1Pro 的值,然后再计算同一色块预测值与 i1Pro 的实测值之间的色差,比较分析两组色差。反

的确定系数 R 值都非常接近1,正、反向模型98%的预测值和实测值之间的色差小于2,充分证明建立的三维空间拟合模型是合适且有效的。由于样本数量的限制和两设备对低亮度以及高饱和度色块的测量值相差偏大,拟合精度有待进一步提高,这可以在以后的工作中加以改进。

参考文献:

- [1] 吴玉超. 印刷质量控制方法之色度计的原理及应用[J]. 印刷质量与标准化, 2010(8): 13-14.
WU Yu-chao. Principle and Application of Colorimeter for Printing Quality Control Methods[J]. Printing Quality & Standardization, 2010(8): 13-14.
- [2] 胡威捷, 汤顺青, 朱正芳. 现代颜色技术原理及应用[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2007.
HU Wei-jie, TANG Shun-qing, ZHU Zheng-fang. Modern Color Science and Application[M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2007.

- [3] THIJSSE B J. Freestyle Data Fitting and Global Temperatures[J]. Computing in Science & Engineering, 2008, 10(1):49-59.
- [4] JIN Yi-su, YUE Hong, BROWN Martin, et al. Improving Data Fitting of A Signal Transduction Model by Global Sensitivity Analysis[C]. New York: American Control Conference, 2007:2708-2713.
- [5] PENNA M A, DINES K A. A Simple Method for Fitting Sphere-like Surfaces[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2007, 29(9):1673-1678.
- [6] SONG Rui-yin, LI Wei, YANG Can-jun, et al. Data Fitting and Analysis of Performance for Micro-thermoelectric Generator[C]. Guangzhou: IEEE International Conference on Control and Automation, 2007:198-202.
- [7] 于惠, 刘真. 基于 LSM 分段拟合技术的喷墨输出反馈控制研究[J]. 包装工程, 2011, 32(17):98-101.
- YU Hui, LIU Zhen. Study of the Inkjet Output's Feedback Control Based on the LSM Piece Wise Curve-fitting Technology[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(17):98-101.
- [8] 孔玲君, 刘真, 姜中敏. 基于 CCD 的数字印刷质量检测与分析技术[J]. 包装工程, 2010, 31(3):92-95.
- KONG Ling-jun, LIU Zhen, JIANG Zhong-min. CCD based Digital Print Quality Measurement and Analysis Techniques[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(3):92-95.
- [9] 刘明. 普通最小二乘法的几何分析[J]. 统计与决策, 2008, 32(2):21-23.
- LIU Ming. Geometric Analysis of Ordinary Least Squares[J]. Statistics and Decision, 2008, 32(2):21-23.
- [10] 贾永峰, 谷立臣. 基于数据拟合的机械参数模型研究[J]. 起重运输机械, 2009:59-61.
- JIA Yong-feng, GU Li-chen. The Mechanical Parameter Model Based on Data Fitting[J]. Lifting the Transport Machinery, 2009:59-61.

(上接第 45 页)

塑瓦楞复合纸板的戳穿口呈现先拉伸后裂开的现象。这就说明钙塑瓦楞复合纸板在戳穿实验过程中先进行力的缓冲然后开裂, 所以钙塑瓦楞复合纸板的戳穿强度要高于 5 层瓦楞纸板的戳穿强度。

4 结语

通过试验可以得出, 钙塑瓦楞复合纸板的各项力学性能均优于 5 层瓦楞纸板。从经济性能考虑, 钙塑复合瓦楞纸板在一定范围内强度高、定量低, 包装空间小, 而且由于单张纸板壁厚降低, 使纸箱本身的体积也减小, 变相地扩大了单位体积仓储量, 节省了一定的仓储运输费用。同时可以在提高纸箱强度基础上降低纸箱成本, 与 5 层瓦楞纸板相比, 节约了一层面纸, 可节省一定的资源^[5]。对钙塑瓦楞复合纸板的

研究, 对钙塑瓦楞复合纸板在包装行业的推广应用有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 熊慧文, 孙剑. 钙塑瓦楞板及其生产方法[P]. CN 102700213A, 2012-6-7.
- [2] 扈响亮, 吕广志. 双层钙塑瓦楞板及其制造方法和双层钙塑瓦楞板热粘合机: CN 1030381A[P]. 1989-01-18.
- [3] 颜荣森, 袁良. 钙塑瓦楞板周转箱: CN 2344300Y[P]. 1999-10-20.
- [4] WANG Zhao-xia, GAO De, XU Wen-cai. Effect of Coupling on the Mechanical Properties of calcium Carbonate-Plastic Composite Packaging Materials[J]. Applied Mechanics and Materials, 2012, 200:321-324.
- [5] 张志刚. 4 层复合瓦楞纸板及其成型机械的效益空间[J]. 包装工程, 2004, 25(1):156-157.

(上接第 50 页)

- [16] 翁祖棋, 陈博, 张长发. 中国玻璃钢工业大全[M]. 北京: 国防工业出版社, 1992.
- WENG Zu-qi, CHEN Bo, ZHANG Chang-fa. Complete Works of Chinese Glass Fiber Industry[M]. Beijing: National Defence Industry Press, 1992.
- [17] 谢莉. 新型玻璃钢蜂窝夹层结构模板研究[D]. 南京: 南京工业大学, 2004.

- XIE Li. Study on a New Type of GFRP Sandwich Formwork[D]. Nanjing: Nanjing University of Technology, 2004.
- [18] 姜作义, 张和善. 纤维-树脂复合材料技术与应用[M]. 北京: 中国标准出版社, 1990.
- JIANG Zuo-yi, ZHANG He-shan. Fiber-Resin Composite Technology and Application[M]. Beijing: China Standard Press, 1990.