人工智能技术在书画展柜设计中的应用

王善奎，王晓燕，范晖
（江苏师范大学，徐州 221116）

摘要：目的 将人工智能技术运用到展柜功能、造型的创新设计中，突出展柜的智能化，提升其保护功能和展示效果。**方法** 运用组件分析法，分析现有展柜的保护与展示功能、美学特性、材质、工艺，将人工智能与展柜现代工艺设计相融合。**结论** 设计出符合现代市场和参观者需求的，具有智能化、高安全性且结构合理的创新型智能展柜。

关键词：展柜设计；人工智能；智能监控器
中图分类号：TB472 **文献标识码：**A **文章编号：**1001-3563(2019)02-0152-05
DOI：10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.02.027

Application of Artificial Intelligence Technology in the Showcase Design of Painting and Calligraphy

WANG Shan-kui, *WANG Xiao-yan*, *FAN Hui*
(Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, China)

ABSTRACT: The work aims to apply the artificial intelligence technology to the innovative design of showcase functions and shapes to highlight the intelligence of showcase and enhance its protection function and display effect. The component analysis method was used to analyze the protection and display functions, aesthetic characteristics, materials and technology of the existing showcase, and the artificial intelligence was combined with the modern process design of the showcase. An innovative intelligent showcase with intelligence, high safety and reasonable structure is designed to meet the needs of the modern market and visitors.

KEY WORDS: showcase design; artificial intelligence; intelligent monitor

随着社会的快速进步和科学技术的迅猛发展，越来越多的人们开始关注自身人文素养的提升，对个人精神世界的丰富与充实有了更多需求，从而对承载和沉淀了人类文明精华的文化艺术品投入了更多关注。博物馆凝聚了丰富、厚重的人类文明与智慧的结晶，通过不同形态与功能的展示道具将艺术展品向参观者展示。展柜是博物馆中运用最多的展示道具，是展品传播文化信息的重要承载体。当前，在全球范围内，人工智能技术已经进入到新一轮的技术发展与激烈的竞争时代中，中国也将人工智能作为智能制造发展战略的主攻方向。将人工智能存储和理解的人类智慧通过机器设备得以实现，从而创造出具有一定智能水平的人工智能设备，协助人类解决问题[1]。通过调研博物馆对展柜功能设置的新需求和参观者参观时的情感体验需求，可以发现，展柜设计与人工智能技术结合，是展柜设计的发展趋势和市场的客观需求。智能展柜能够满足管理者智能决策支持和功能上的个性化需求[2]，催生新的产品设计理念和手段，以期达到提升参观者审美体验的目的。人工智能技术与书画展柜保护、展示功能的无缝结合，具体体现在展柜的现代工艺技术实施、无线传感器技术、物联网技术、人工智能算法的交叉融合上。

1 智能书画展柜功能设计分析

融合了人工智能技术的书画展柜功能设计，应具

收稿日期：2018-10-12
基金项目：国家青年自然科学基金项目（40471106）；江苏师范大学科研基金资助项目（15XLB04）
作者简介：王善奎（1979—），男，山东人，硕士，江苏师范大学实验师，主要研究方向为工业设计、展示设计、交互设计。

备多方位保护和提升展品展示艺术效果的双重功能。功能设计上的针对性、实用性与安全性是本产品在设计时应优先遵循的原则。在展示展品时，具有对展品的文化内涵和艺术意境进行烘托和渲染的功能，以满足参观者的审美需求。

1.1　针对性、实用性与安全性设计

书画艺术展品因材质多为宣纸、绢、绫、帛等，怕潮、忌干燥、避强光，易存在虫蛀、霉变、褪色、损坏等问题。同时，更需要注意防火、防盗，因此书画艺术展品对展柜微环境的要求很高。根据在多个博物馆的现场调研考证结果和相关的文献资料搜集整理，归纳出书画艺术品展柜微环境的主要影响因素，见表 1。

表 1　书画艺术品展柜微环境的主要影响因素
Tab.1 Key impact factors of showcase of painting and calligraphy art

环境影响因素	受损形式
湿度	湿度偏高，书画易受霉菌侵害；湿度偏低，材质龟裂、脆化
温度	温度过高，书画颜料会产生性能改变
光照度	光照强度过高可使颜料褪色、分解，纸质变黄、变脆
粉尘	粉尘易渗入书画材质孔隙中，影响画质

书画艺术品智能展柜的功能设计体现在针对性、实用性与安全性方面，应该实现的基本功能为密封性好、防尘、防紫外光；温湿度、光照度等环境因子调控在适宜范围内，例如适宜温度范围为 10~18 ℃，适宜相对湿度范围为 50%~60%；具备防火感烟、防震动、防盗功能。对于特别珍贵的不同材质，使用不同颜料的书画艺术品，设计有依据文保专家知识与经验创建的专家系统，可根据对象的不同需求设置更加合理、具有针对性的微环境因子调控参数，以达到保护珍贵文物的目的。

书画艺术品智能展柜配置的智能监控器，采用现代智能仪器设计模块化、组合化设计理念。硬件方面，既可以配套单个及不同尺寸的书画展柜独立运行，也可作为整个博物馆展柜智能监控体系中物联网架构中的数据终端节点[3]；软件方面，可根据不同层次展品的展示需要，设定不同功能需求的展柜，满足用户的个性化需求。

1.2　情感体验提升设计

书画展柜的情感体验功能将色彩的情感性运用到色彩设计中。设计的目的是让参观者在参观展品的过程中，在展柜内、外部环境灯光光色的氛围渲染下，首先获得色彩的情感体验，触动联想，激发内心情感共鸣，进而提升审美体验，能够更深层次地理解展品的文化内涵和对美感的直觉。这一设计过程以唐纳德.A.诺曼的情感化设计理念为指导思想[4]。

人工智能技术在智能展柜中的应用具体体现为：专家系统的存在可以对不同材质、不同颜料、不同保存品质的书画艺术精品进行个性化、针对性的展柜微环境设置。神经网络算法的应用主要体现为：结合季节的不同、周围环境光源状况的变化、参观者人流数量的大小，书画艺术展品表达意境的不同，对展柜内外部的灯光进行智能调控，为参观者营造出健康、舒适，易于与作品产生共鸣的灯光氛围，从而让参观者获得更佳的参观体验[5]。当无人参观时，系统会自动降低光照度，达到降低系统能耗的目的。

1.3　人机交互功能设计

系统的智能测控硬件部分由下位机智能监控器和上位机——计算机构成。上、下位机均具有人机交互设计，上位机由虚拟仪器软件开发平台 LabVIEW 来实现数据的进一步分析与处理以及人机的友好交互；下位机由 ARM 单片机和 Android 操作系统构成。智能监控器控制面板设计效果见图 1，面板设计简洁、操作方便，功能分区设计采用视觉形式扁平化设计理念，操作按键根据功能不同采用不同的形状、色彩、标记以及位置加以区分，构建出二次元世界的面板交互界面。这样简洁的扁平设计目的是让为了让使用者把关注点转移到对功能的体验关注上，遵循惯用逻辑思维排列方式，避免拟物化界面设计存在的过度装饰，造成使用者的审美疲劳，按键尺寸均参照人机尺寸，从而获得更好的功能体验和情感体验。

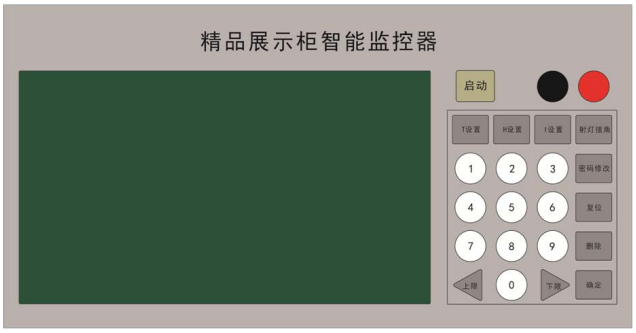

图 1　展柜智能监控器面板设计效果
Fig.1 Design effect sketch of the intelligent monitor panel of showcase

2　智能书画展柜造型设计

通过对博物馆现有展柜的功能、造型、材料、组合等方面进行的广泛调研，可以发现：现有展柜设计大多缺少较完备的保护功能和情感体验功能；在造型结构、空间设计、材料工艺、照明设计等方面也存在较大的优化提升空间。中国国家博物馆展柜见图 2。基于调研论证的结果，遵循设计美学法则，对使用环

境、技术特征、材料、功能等因素进行具体分析后，创新了智能书画展柜的造型设计方案。展柜主体结构部件选用新兴环保复合材料——中高密度的硬质聚氨酯泡沫塑料，具有易着色、耐腐蚀、防虫蛀且不受温度、湿度、细菌等影响的特点。同时采用数据化生产设计的新型材料加工工艺[6]，以满足展柜内部环境相对封闭的工艺要求，易于构建展柜微环境空间。选择以沿墙放置的展柜为例进行设计实践，智能展柜的设计效果见图 3。展柜整体采用“]”形结构造型，板式拼装模式。板材间连接采用间接螺纹接合的连接方

图 2 中国国家博物馆展柜

Fig.2 Showcase of national museum of China

图 3 智能展柜设计效果

Fig.3 Design explosion effect sketch of the intelligent showcase

式，确保展柜结构的稳固性和组装便捷性。展柜的开启采用滑轨抽拉方式，操作便捷。

柜体正面及两侧面采用大面积透光率高、折射率低的设计，能够隔绝 99.9%紫外线的双层超白玻璃，在玻璃夹层中间粘贴过滤紫外线的文物保护膜。柜体底层突出倾斜部分的设计，既可保证参观者与柜体玻璃之间的安全间距，又可以放置智能监控器面板和部分环境因子的检测传感器。展柜背面留有一定空间，主要用于隐藏 LED 光源、排气扇、各类传感器等通信线路。柜内造型平整、简洁，目的是最大程度突出展品，淡化展柜。展品的垂直悬挂高度能够灵活调节，从而满足不同书画艺术展品的需要。

在智能展柜的主体色彩设计中，特别关注展柜与展品之间“棂”与“珠”的对应关系，忌柜体的设计“喧宾夺主”，因此柜体外部板材整体为黑色，与展厅空间环境相融合；柜体内部展板表层覆盖明度较高的黄色织物；照明光源为白色；展柜底座外围设有环境光源，通过对环境光色的智能调控，能够烘托出所展示书画艺术作品的主题意境，体现出情感化交互设计理念的运用[7]。

智能展柜用于检测内部微环境因子的各类传感器。展柜底部空间主要用于安装智能控制器、加湿器、加热器、压缩机、密码锁具等。

3　基于神经网络的专家系统应用

智能展柜人工智能技术的设计应用集中体现在构建了基于神经网络的新型专家系统。系统的工作原理结构见图 4。

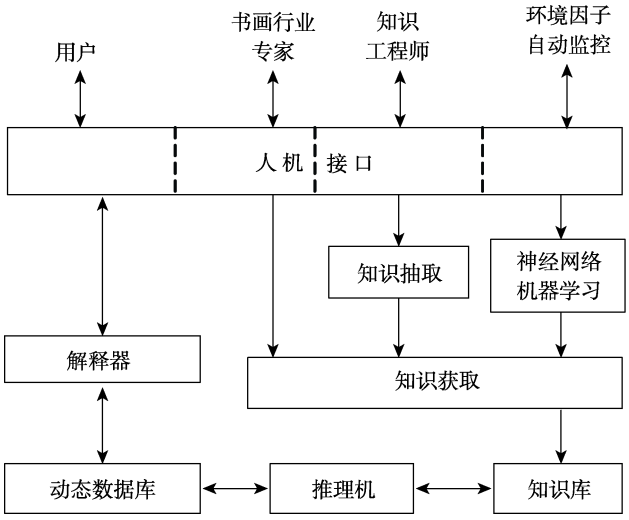

图 4　基于神经网络的专家系统结构
Fig.4 Structure block diagram of expert system based neural networks

知识库是整个专家系统的核心，主要由事实性知识和规则性知识组成[8]。想要获取知识库中的知识，主要有 3 种方式：书画行业专家直接通过上位机人机接口界面，按照既定的表达方法，直接向数据库增添专业知识与诊断经验；由专业的知识工程师根据书画行业专家提供的会话纪要，进行知识与经验的抽取，然后补充到知识库中；借助于系统配置的各类传感器、处理器、执行机构组成的自动监控平台，采用 BP 神经网络机器学习算法，让系统根据由行业专家和知识工程师制定的训练样本进行学习训练，自动获取知识。

推理机是根据当前已经明确的书画艺术品的材质、颜料属性、创作时间、保存品质等事实，利用知识库中的知识，按照正向推理的模式和制定的控制策略进行推理，直到得到相应的解决方案。BP 神经网络算法应用的目的主要是对书画艺术展品表达的文化内涵、体现的艺术意境进行灯光的渲染与烘托，以增强书画艺术展品展示的艺术效果、质感和立体感。结合具体的设计要求，BP 神经网络设计为基本的 3 层网络拓扑结构：输入层、隐层、输出层。输入层设定 4 个输入神经元，选用能够在线给定和检测的作品意境定位、环境光、季节、参观者流量作为神经元的输入信号；隐层设定为 9 个神经元，数量符合 Kolmogorov 定理[9]，能够让神经网络精确地逼近任意的连续函数；输出层设定为 5 个神经元，分别对应书画艺术品主流的 5 种意境表达的灯光渲染效果：闲适恬淡型、孤寂清冷型、高远辽阔型、雄浑壮丽型、和谐静谧型。BP 神经网络拓扑结构见图 5。

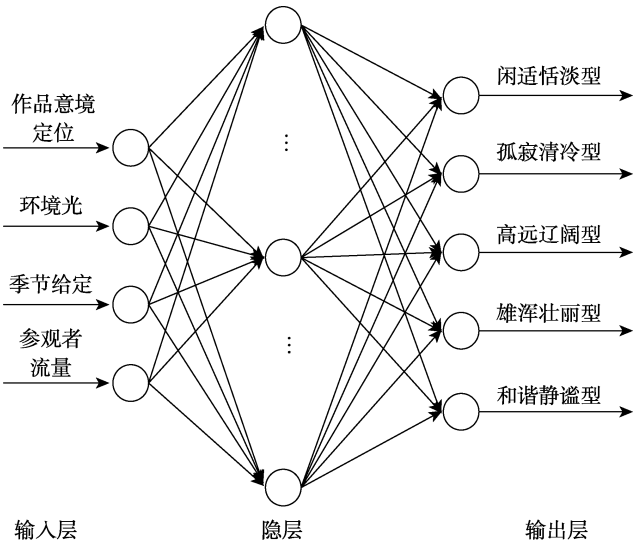

图 5　BP 神经网络拓扑结构
Fig.5 Topology of back-propagation neural network

通过 LabVIEW 虚拟仪器技术平台和 MATLAB 混合编程，对给定的训练数据进行学习[10−11]，根据调控实际的环境光、参观人数等，从而取得满意的灯光调控效果，灯光智能调控渲染见图 6。

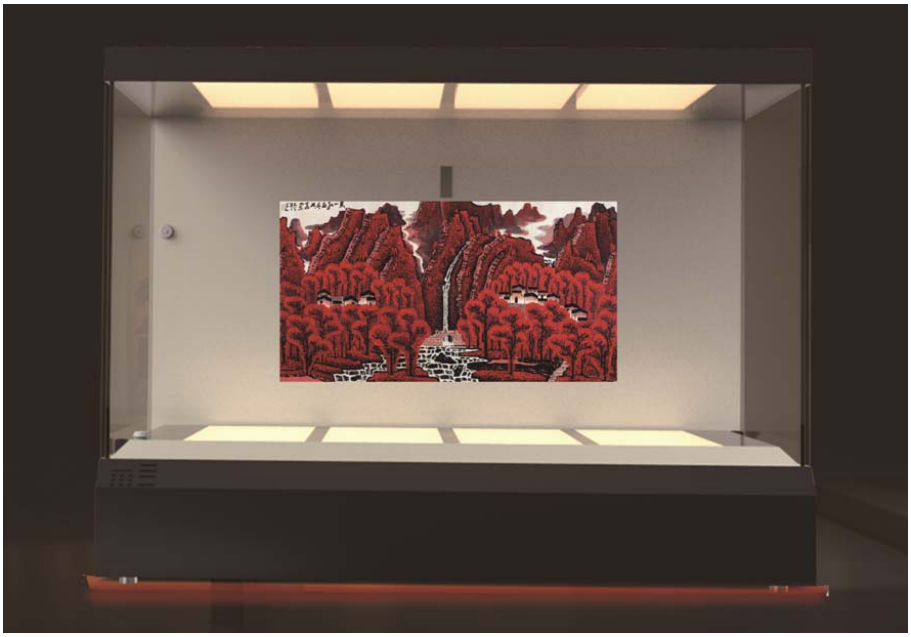

图 6 灯光智能调控渲染
Fig.6 Case show of render view by intelligence regulating and controlling illumination

4 结语

书画智能展柜将新结构、新材料工艺与现代人工智能监控技术相互融合，交叉渗透，使展柜对展品的保护与展示功能都得到充分提升，相得益彰。无论对独立运行的智能展柜设计，还是对整个展区物联网架构的监控体系的创建，都具有实践指导意义，应用前景广阔。

参考文献:

[1] 钟义信. 人工智能: “热闹”背后的“门道”[J]. 科技导报, 2016, 34(7): 14—19.
ZHONG Yi-xin. Artificial Intelligence: "Lively" behind the "Doorway"[J]. Science & Technology Review, 2016, 34(7): 14—19.

[2] 李建文, 袁丰. “跨界”思维在家具设计中的运用研究[J]. 包装工程, 2017, 38(4): 225.
LI Jian-wen, YUAN Feng. Application of "Crossover" Thinking in Furniture Design[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(4): 225.

[3] 尚淼. 模块化设计思想在工业产品造型设计中的运用[J]. 包装工程, 2007, 28(4): 97.
SHANG Miao. Modulation Design Concept in Industry Product Modeling Design Utilization[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(4): 97.

[4] NORMAN D A. 情感化设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
NORMAN D A. Emotional Design[M]. Beijing: Electronics Industry Press, 2005.

[5] 任英丽, 范强. 大数据在产品设计调研中的可应用性研究[J]. 包装工程, 2015, 36(20): 142.
REN Ying-li, FAN Qiang. Application of Big Data in Product Design Research[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(20): 142.

[6] 张磊. 聚氨酯仿木家具构件仿真分析与优化设计[D]. 南京: 南京林业大学, 2015.
ZHANG Lei. Simulated Analysis and Optimal Design of PU Imitation Wood[D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2015.

[7] NORMAN D A. 设计心理学 3: 情感设计[M]. 北京: 中信出版社, 2010.
NORMAN D A. Design Psychology 3: Emotional Design[M]. Beijing: China Citic Press, 2010.

[8] 史中植. 人工智能[M]. 北京: 机械工业出版社, 2017.
SHI Zhong-zhi. Artificial Intelligence[M]. Beijing: China Machine Press, 2017.

[9] 王万良. 人工智能及其应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2016.
WANG Wan-liang. Artificial Intelligence: Principles and Applications[M]. Beijing: Advanced Education Press, 2016.

[10] 何晓阳, 徐惠钢, 谢启. 基于 LabVIEW 与 BP 神经网络的零件识别系统[J]. 仪表技术与传感器, 2017(1): 119—122.
HE Xiao-yang, XU Hui-gang, XIE Qi. Recognition System of Parts Based on LabVIEW and BP Neural Network[J]. Instrument Technique and Sensor, 2017(1): 119—122.

[11] 高洪涛, 陈晓宁, 张丽彬, 等. 基于 LabVIEW 与 MATLAB 平台的神经网络设计与应用研究[J]. 仪器仪表与检测技术, 2012, 32(12): 51—54.
GAO Hong-tao, CHEN Xiao-ning, ZHANG Li-bin, et al. Design and Application of Neural Network Based on LabVIEW and MATLAB[J]. Instrumentation and Measurement, 2012, 32(12): 51—54.