

사용자 경험 기반 박물관 웹사이트 평가 지표의 주·객관 가중치 융합 연구

중국 박물관 웹사이트를 대상으로 한 AHP-엔트로피 기법과 게임이론 적용

A Study on the Integration of Subjective and Objective Weights for Evaluation Indicators of Museum Websites Based on User Experience

Applying AHP, the Entropy Method, and Game Theory to Chinese Museum Websites

주 저 자 : 포좌문 (Bao, Zuo Wen) 성균관대학교 디자인학과 박사과정

교 신 저 자 : 구자준 (Koo, Ja Joon) 성균관대학교 디자인학과 부교수
designer@skku.edu

Abstract

With the advancement of digital technology, museum websites have evolved into interactive platforms that support exploration and learning beyond physical spaces. This study applies an integrated weighting approach combining the Analytic Hierarchy Process (AHP), Entropy Weight Method, and Game Theory to quantitatively assess user experience. Subjective weights were derived from expert surveys, while objective weights were calculated based on user data and integrated through a game-theoretic optimization process. The results indicate that clarity and currency of text (B1), mobile experience satisfaction (B16), and content quality (B4) received relatively higher weights compared to other indicators. These findings suggest that information clarity and mobile usability are important considerations in evaluating museum website user experience. This study provides a structured quantitative reference for user-centered evaluation and improvement of digital museum websites.

Keyword

User Experience (사용자 경험), Museum Website (박물관 웹사이트), Game Theory (게임이론), AHP-Entropy Method(AHP-엔트로피)

요약

디지털 전환은 박물관 웹사이트를 단순한 정보 제공의 수단에서 벗어나, 관람객이 능동적으로 탐색하고 학습하는 인터랙티브 플랫폼으로 변화시켰다. 본 연구는 사용자 경험 관점에서 박물관 웹사이트의 품질을 정량적으로 평가하기 위해 AHP-엔트로피-게임이론을 결합한 융합 가중치 분석 모델을 적용하였다. 전문가 설문을 통해 주관적 가중치를 산정하고, 사용자 데이터를 기반으로 엔트로피 기법을 적용하여 객관적 가중치를 도출한 후, 게임이론을 활용하여 두 결과를 통합하였다. 분석 결과, '텍스트의 명확성 및 최신성', '모바일 체험 만족도', '콘텐츠의 질적 수준'은 다른 지표들에 비해 상대적으로 높은 중요도를 보였다. 이는 정보의 명료성과 모바일 기반 경험의 품질이 박물관 웹사이트 평가에서 중요한 고려 요소임을 시사한다. 본 연구는 디지털 문화기관 웹사이트의 사용자 경험 평가에 있어 상대적 중요도 구조를 제시함으로써, 향후 설계 의사결정에 참고 가능한 정량적 근거를 제공한다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구 배경 및 목적
- 1-2. 연구 범위 및 방법

2. 이론적 배경

- 2-1. 박물관 웹사이트의 개념 및 역할
- 2-2. 박물관 웹사이트의 평가체계 구축
- 2-3. AHP-엔트로피 기법과 게임이론

3. 연구 분석 방법

- 3-1. 연구 모델 구성 및 분석 절차
- 3-2. AHP 모델 구축 및 평가 항목 개요
- 3-3. 전문가 및 사용자 설문 설계 및 수집

4. 실증 분석 및 결과

- 4-1. AHP 기반 지표 주관적 가중치 분석
- 4-2. 엔트로피 기반 지표 객관적 가중치 분석
- 4-3. AHP와 엔트로피 가중치 비교 분석
- 4-4. 게임이론 기반 주·객관 가중치 융합 분석

5. 결론 및 제언

1. 서론

1-1. 연구의 배경 및 목적

디지털 전환이 가속화되면서 박물관의 기능과 운영 방식은 오프라인 전시 중심에서 점차 온라인 정보 제공과 디지털 서비스로 확대되고 있다. 특히 박물관 웹사이트는 단순한 정보 제공의 도구를 넘어서, 관람객이 전시와 기관에 대한 다양한 정보를 탐색하고, 학습 콘텐츠에 접근하며, 참여 기반의 경험을 누릴 수 있는 중요한 디지털 플랫폼으로 자리 잡고 있다¹⁾. 이러한 흐름은 중국에서도 두드러지게 나타나는데, 2021년 한 해 동안 중국의 박물관들은 3천여 개의 온라인 전시와 1만여 건의 온라인 교육 활동을 선보였으며, 누적 온라인 관람 횟수는 41억 회를 넘어섰다²⁾. 이러한 대규모의 온라인 문화 서비스 제공은 박물관 웹사이트가 단순한 보조 채널이 아니라, 디지털 문화 향유와 학습의 핵심 거점으로 부상했음을 보여준다. 따라서 박물관 웹사이트의 품질을 다차원적으로 평가하고, 사용자 경험을 반영한 정량적 기준을 수립하는 일은 디지털 문화 서비스의 신뢰성과 효율성을 높이는 핵심 과제로 부각되고 있다.

이와 관련된 기존 연구들은 웹사이트의 사용성, 정보성, 기능성 등을 중심으로 평가 지표를 설정하고, 전문가 집단의 의견을 바탕으로 정성적 또는 구조화된 분석을 시도해왔다³⁾. 그러나 전문가 중심의 접근은 실제 사용자 경험을 충분히 반영하지 못한다는 한계를 지니며, 반대로 사용자 설문만을 기반으로 할 경우 신뢰성과 일관성 확보에 어려움이 따를 수 있다⁴⁾. 이러한 이분법적 한계를 극복하기 위해, 전문가의 판단과

실제 사용자 데이터를 통합적으로 반영할 수 있는 복합적 가중치 산정 기법의 필요성이 제기되고 있다.

본 연구는 이러한 문제의식을 바탕으로, 박물관 웹사이트의 사용자 경험을 반영한 평가 지표 체계를 기반으로 하여 전문가와 사용자의 관점을 동시에 고려한 가중치 융합 분석을 수행하고자 한다. 이를 위해 전문가의 상대적 판단을 수치화하는 AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법과, 사용자 평가 행렬의 정보 분산을 분석하는 엔트로피(Entropy) 기법을 활용하여 각각의 주관적 및 객관적 가중치를 산출하고, 나아가 게임이론 기반 융합 알고리즘을 적용하여 최종 통합 가중치를 도출하는 것을 연구의 핵심 목표로 설정하였다.

이를 통해 웹사이트 평가를 위한 다차원적 지표들 간의 상대적 중요도를 과학적으로 구조화하고, 사용자 경험과 전문가 관점을 균형 있게 반영한 평가 기준 체계를 마련하는 데 기여하고자 한다. 궁극적으로는 향후 박물관 웹사이트의 품질 진단, 정책 수립, 사용자 중심의 개선 방향 도출에 있어 실용적 기준과 분석틀을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

1-2. 연구 범위 및 방법

본 연구는 박물관 웹사이트의 사용자 경험을 반영한 정량적 평가 지표를 도출하고, 해당 지표 간의 상대적 중요도를 분석함으로써, 주관적·객관적 가중치를 비교하고 융합하는 통합 평가 체계를 구축하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 연구 대상은 우한대학교 중국과 학평가연구센터와 중국출판미디어상보사가 공동 발표한 ‘2025 중국 박물관 네트워크 영향력 지수 보고서⁵⁾에서 네트워크 영향력 종합지수 상위 3위로 선정된 고궁 박물관, 상해박물관, 중국국가박물관의 공식 웹사이트로 하였다. 이들 기관은 웹사이트의 온라인 이용률, 콘

1) 이다빈, 이기현, 역사 학습효과 증진을 위한 웹 가상박물관 디자인 가이드라인에 대한 연구 -사용자 경험 디자인을 중심으로-, 박물관학보, 2020. Vol.38, pp.27-58.

2) 人民日报, 现代博物馆体系基本形成91%的博物馆免费开放, (2022.11.09.), https://www.gov.cn/xinwen/2022-11/09/content_5725531.htm

3) Kabassi K, Botonis A, Karydis C, Evaluating websites of specialized cultural content using fuzzy multi-criteria decision making theories, Informatica, 2020. Vol.44, No.1, pp.45-54.

4) 포좌문, 구자준, 다기준 의사결정 이론(MCDM)을 활용한 온라인 박물관 가상 투어의 사용자 경험 평가 연구 - 중국 사례를 중심으로-, 한국디자인리서치, 2025. Vol.10, No.2, pp.348-367.

5) 武汉大学中国科学评价研究中心, 中国出版传媒商报社, 中国博物馆网络影响力指数, <https://www.scribd.com/document/875388337/>

텐츠 규모, 디지털 전시의 활용도 측면에서 높은 대표성과 영향력을 지니고 있으며, 사용자 경험 기반의 웹 품질 평가에 적합한 사례로 간주된다.

연구 방법은 계층분석기법(AHP)과 정보 엔트로피(Entropy) 기법을 활용하여 각각 전문가 집단과 일반 사용자로부터 평가 지표에 대한 가중치를 도출한 후, 게임이론 기반의 융합 모델을 적용하여 최종 통합 가중치를 산정하는 방식으로 구성된다. 본 연구의 절차는 다음과 같다.

첫째, 관련 선행연구 문헌을 종합 분석하여 박물관 웹사이트 평가를 위한 기준 체계를 설계하고, 사용자와 전문가 모두가 이해하고 판단 가능한 평가 구조를 설정하였다.

둘째, 전문가 평가를 위해 AHP 기법을 적용하였다. 웹 디자인, 박물관 디지털 전시, 사용자 경험(UX) 분야의 전문가 12인을 대상으로 1~9 척도 쌍대 비교 설문을 실시하였으며, 일관성 비율(CR)이 0.1 이하인 응답만을 반영하여 각 지표 간의 상대적 중요도에 해당하는 주관적 가중치를 산출하였다.

셋째, 일반 사용자의 응답을 바탕으로 한 객관적 가중치를 산출하고자, 실제 박물관 웹사이트 체험을 기반으로 한 설문조사를 실시하였다. 체험 후 참여자들은 각 평가 항목에 대해 5점 리커트 척도로 응답하였으며, 수집된 응답 행렬에 엔트로피 기법을 적용하여 정보 분산도 기반의 객관적 가중치를 산정하였다.

넷째, 도출된 AHP 기반 주관적 가중치와 엔트로피 기반 객관적 가중치를 통합하기 위해, 게임이론(Game Theory)에 기반한 융합 알고리즘을 적용하였다. 이를 통해 각 평가 지표의 중요도 순위를 도출하고, 주-객관 평가 간의 가중치 차이를 비교·분석함으로써 사용자 경험 중심의 웹사이트 평가 프레임워크의 타당성을 확보하였다.

2. 이론적 배경

2-1. 박물관 웹사이트의 개념 및 역할

박물관은 전통적으로 실물 유물의 수집, 보존, 전시를 중심으로 한 오프라인 공간으로 인식되어 왔다. 그러나 21세기 들어 디지털 기술의 급속한 발전과 정보 접근 방식의 변화는 박물관의 기능과 운영 방식에도 새로운 전환을 요구하고 있다. 특히 웹사이트는 박물관이 대중과 소통하고 전시·교육 콘텐츠를 확산시키는 주

요 수단으로 자리 잡으며, 물리적 전시 공간을 보완하는 디지털 기반 플랫폼으로 기능을 확대하고 있다.

Kabassi et al. (2020)은 박물관 웹사이트를 “기관과 관람객 사이의 문화적 연결 지점이자, 지식 전달 및 참여 유도를 위한 핵심적 디지털 매체”로 정의하였다. 실제로 주요 국제 박물관들은 웹사이트를 통해 고해상도 이미지, 가상 투어, 영상 콘텐츠, 다국어 자료 등 다양한 기능을 제공하며, 단순한 정보 제공을 넘어 사용자 경험 중심의 디지털 공간으로 진화하고 있다. 예를 들어, 메트로폴리탄박물관은 디지털 아카이브, 큐레이션 기반의 콘텐츠, 유튜브 연동 자료 등을 통해 ‘제4의 전시 공간(fourth exhibition space)’으로서의 역할을 수행하고 있으며, 국립중앙박물관 또한 360도 가상 투어, 교육 영상, 아동 콘텐츠 등을 통해 웹사이트 기반의 체험을 강화하고 있다.

이처럼 박물관 웹사이트는 정보 전달을 넘어서 학습, 몰입, 상호작용을 지원하는 방향으로 변화하고 있으며, 사용자 중심의 설계와 품질 관리의 중요성이 점차 부각되고 있다. 이에 따라 웹사이트의 구조적 완성도, 정보 구성 방식, 기능성, 인터페이스 편의성 등 다양한 측면에 대한정량적 평가 체계 마련의 필요성이 제기되고 있다.

한편, 중국 역시 국가 차원의 디지털 문화 전략을 바탕으로, 박물관 웹사이트의 기능 고도화에 박차를 가하고 있다. 특히 문화관광부 및 국가문물국은 ‘스마트 박물관’ 구축 정책을 통해 디지털 아카이브 확대, 고화질 유물 이미지 공개, 온라인 전시 콘텐츠 운영 등을 주요 과제로 설정하고 있다. 대표 사례로 베이징의 고궁박물관(故宫博物院)은 “디지털 궁궐”이라는 전략 아래, 공식 웹사이트와 모바일 앱을 통해 다국어 전시 콘텐츠, 가상 전시관, 유물 해설 영상 등을 제공하고 있으며, 사용자 중심의 웹 인터페이스 개선을 지속하고 있다.

이러한 흐름은 중국 박물관 웹사이트가 단순한 기관 소개를 넘어, 참여와 체험 중심의 디지털 문화 플랫폼으로 전환되고 있음을 보여준다. 따라서 박물관 웹사이트의 서비스 품질과 사용자 경험을 정량적으로 분석하고, 그 기준을 체계화하는 작업은 디지털 문화 서비스의 신뢰성과 지속 가능성을 높이는 핵심 과제로 볼 수 있다.

2-2. 박물관 웹사이트의 평가체계 구축

본 연구는 박물관 웹사이트의 품질을 사용자 경험 중심으로 정량적으로 분석하기 위해, 기존 문화 웹사이트

트 평가에 활용된 선행 프레임워크들을 종합적으로 검토하고 이를 구조화하였다. 특히 Kabassi, K.(2021)의 연구에서 제시된 문화기관 웹사이트 평가 기준을 핵심 참조 틀로 삼아, 사용성(Usability), 기능성(Functionality), 모바일 상호작용(Mobile Interaction)이라는 세 가지 평가 차원을 중심으로 평가 지표를 도출하였다.

그러나 본 연구는 해당 프레임워크를 그대로 수용하지 않고, 실제 박물관 웹사이트의 내용 구성 및 서비스 제공 특성을 반영하여 일부 항목을 구조적으로 조정하였다. 첫째, 기능성(Functionality) 차원의 하위 항목 중 적응성/개인화 기능(Adaptivity/Adaptability), 기술적

문제/호환성(Technical Issues), 유지보수성/신뢰성(Maintainability/Reliability)은 지표 간 중복성, 일반 사용자에게 의한 평가의 실현 가능성 부족 등의 사유로 제외하였다. 예컨대, 적응성/개인화 기능(Adaptivity/Adaptability) 항목은 AI 기반의 추천 시스템 혹은 고도화된 개인화 서비스를 전제로 하며, 일반 박물관 웹사이트에서는 구현 비율이 낮고 사용자의 인식 가능성도 제한적이다. 또한 기술적 문제/호환성(Technical Issues) 및 유지보수성/신뢰성(Maintainability/Reliability) 항목은 시스템의 백엔드 안정성과 관련된 기술적 요소로, 전문가의 진단을 요하는 영역이므로 사용자 기반의 평가에는 적합하지 않다. 둘째, 사용성(Usability) 및 모바일 상호작용(Mobile

[표 1] 박물관 웹사이트의 평가 지표 및 정의

핵심 차원	새부 지표	정의	관련 연구자
사용성 Usability	텍스트의 명확성 및 최신성 Clarity/Text Comprehension	텍스트 내용이 명확하고, 최신 정보를 반영하고 있는가.	Kabassi, K. (2021)
	디자인 및 표현의 일관성 Consistency	사이트 전반의 시각 요소가 통일성과 일관성을 유지하는가.	Kabassi et al. (2020)
	정보 접근성 Accessibility	사용자들이 정보에 쉽게 접근할 수 있도록 구성되어 있는가.	Kabassi, K. (2017)
	콘텐츠의 질적 수준 Quality Content	제공되는 정보와 콘텐츠의 신뢰성, 깊이, 정확성이 충분한가.	Lopatovska (2015)
	사용자 인터페이스 및 메타포 구성 User Interface and Metaphors	인터페이스가 직관적이며, 시각적 은유가 효과적으로 사용되었는가.	Lin et al. (2012)
	전체적인 디자인 완성도 Overall Presentation - Design	사이트 전체의 디자인이 조화롭고 전문적인 인상을 주는가.	Davoli et al. (2005)
	정보 구조 및 탐색 흐름 Structure/Navigation/Orientation	정보가 논리적으로 구성되어 있으며, 탐색 경로가 자연스러운가.	Di Blas et al. (2002)
	상호작용성과 피드백 Interactivity and Feedback	사용자 행동에 대한 시스템 반응이 명확하고 직관적인가.	Dyson & Moran (2000)
	멀티미디어 요소 활용 용이성 Multimedia Usability	이미지, 영상, 오디오 등 멀티미디어 콘텐츠를 쉽게 사용할 수 있는가.	Olsina Santos (1999)
	학습 용이성 Learnability	정보 이해 및 학습이 쉽게 이루어질 수 있도록 구성되어 있는가.	Garzotto et al. (1998)
	정보 이용의 효율성 Efficiency	필요한 정보를 빠르고 효율적으로 찾을 수 있는가.	
기능성 Functionality	다국어 지원 Multilingualism	다양한 언어로 콘텐츠를 제공하고 있는가.	Kabassi, K. (2021)
	멀티미디어 기능 구성 Multimedia Features	영상, 음성, 애니메이션 등 기능적 요소가 풍부하게 제공되는가.	Kabassi et al. (2020)
	서비스 메커니즘 제공 Service Mechanisms	예약, 검색, 다운로드 등 다양한 사용자 서비스 기능을 제공하는가.	Kabassi, K. (2017)
	웹 커뮤니티 기능 Web Communities	사용자 참여를 유도할 수 있는 커뮤니티나 피드백 기능이 제공되는가.	Davoli et al. (2005)
모바일 상호작용 Mobile Interaction	모바일 디바이스 기반의 체험 만족도 Whole Experience in a Mobile Device	모바일 기기에서 전반적인 웹사이트 이용 경험이 만족스러운가.	Kabassi, K. (2021)
	모바일 기반 교육 콘텐츠 체험 Educational Experience on Mobile	모바일 환경에서 학습 콘텐츠 접근 및 활용이 원활한가.	Sirah, S et al. (2015)
	모바일 환경에서의 학습 효과성 Effectiveness of Learning on Mobile	모바일로 제공되는 콘텐츠가 교육적으로 효과적인가.	Vavoula et al. (2009)

Interaction) 차원은 원 프레임이 유지하되, 실제 설문 적용 가능성과 해석 용이성을 고려하여 항목 표현을 정비하고 평가 의미를 명확히 하였다.

2-2-1. 사용성(Usability)

사용성(Usability)은 웹사이트의 정보 구성, 콘텐츠 표현, 탐색 흐름, 학습 친화성 등을 종합적으로 평가하는 차원이다. Kabassi et al. (2021)은 사용성을 결정짓는 주요 요소로 텍스트 명확성, 디자인 일관성, 내비게이션 구조, 상호작용 피드백, 학습 용이성 등을 제시하였으며, 본 연구는 이 구조를 수용하여 총 11개의 세부 항목을 유지하였다. 이는 박물관 웹사이트에서 사용자의 초기 인지, 콘텐츠 탐색, 정보 이해 등에 직접적으로 영향을 미치는 핵심 요소들로 구성되어 있다.

2-2-2. 기능성(Functionality)

기능성(Functionality)은 박물관 웹사이트가 제공하는 정보 및 서비스의 범위와 기능적 완성도를 평가하는 차원이다. 선행연구에서는 다국어 지원, 멀티미디어 콘텐츠, 커뮤니티 기능, 기술적 신뢰성 등 7개 항목이 제시되었으나, 본연구에서는 위에서 언급한 3개 기술 항목(Adaptivity, Technical Issues, Maintainability)을 제외하고, 다국어 지원, 멀티미디어 기능, 서비스 매커니즘, 웹 커뮤니티 구성 등 4개의 항목만을 최종적으로 채택하였다. 이는 사용자 입장에서 실제 경험 가능하고 설문 응답에 반영될 수 있는 평가 요소로 구성되었다.

2-2-3. 모바일 상호작용(Mobile Interaction)

모바일 상호작용(Mobile Interaction)은 스마트폰 등 모바일 디바이스 기반으로 박물관 웹사이트를 이용할 때의 접근 편의성, 교육적 체험 품질, 학습 효과성 등을 평가하는 차원이다. Kabassi et al (2020)는 스마트 환경에서의 사용자 몰입과 학습 경험이 디지털 문화 콘텐츠 활용도에 미치는 영향을 강조하였으며, 본 연구에서도 이 구조를 유지하여 전체 체험 만족도, 모바일 기반 학습 경험, 학습 효과성의 3개 항목을 모바일 상호작용 차원에 포함시켰다. 이 차원은 특히 모바일 환경에서의 콘텐츠 최적화, 반응성, 학습 흐름 등을 고려하여 웹사이트의 유연성을 평가하는 데 중점을 둔다. 이상과 같이 재구성된 박물관 웹사이트 평가 지표 체계는 표1과 같다.

2-3. AHP-엔트로피 기법과 게임이론

박물관 웹사이트의 품질을 정량적으로 평가하기 위해서는 지표 간의 상대적 중요도를 합리적으로 산정하는 과정이 필수적이다. 현재까지 제시된 가중치 산정

방법은 크게 주관적 가중치 산정 방법(Subjective weighting method), 객관적 가중치 산정 방법(Objective weighting method), 조합 가중치 산정 방법(Integrated weighting method)으로 구분된다.

주관적 가중치 산정 방법은 전문가의 경험과 직관을 바탕으로 각 지표의 중요도를 판단하는 방식으로, 대표적으로 AHP(Analytic Hierarchy Process), 델파이(Delphi) 기법 등이 있다. AHP는 Saaty(1980)에 의해 제안된 기법으로, 계층적 구조화와 쌍대비교를 통해 지표 간 상대적 중요도를 도출할 수 있다. 그러나 전문가 판단에 크게 의존하기 때문에 평가 결과가 주관적 편향의 영향을 받을 수 있으며, 전문가 집단의 규모와 다양성에 따라 결과가 달라질 수 있다.⁶⁾

객관적 가중치 산정 방법은 원시 데이터의 분산과 변동성을 기반으로 가중치를 도출하는 방식으로, 엔트로피(Entropy) 기법, 주성분 분석(PCA) 등이 대표적이다⁷⁾. 엔트로피 기법은 응답 행렬의 정보 분산도를 활용하여 지표별 정보량을 계산함으로써 데이터 기반의 객관적 가중치를 산출한다. 이 방법은 통계적 일관성과 수학적 근거가 뚜렷하다는 장점이 있으나, 실제 평가 상황에서 중요한 정책적 우선순위나 사용자 경험상의 맥락적 요소를 충분히 반영하지 못한다는 한계를 지닌다.

조합 가중치 산정 방법은 주관적-객관적 접근을 종합하여 두 방법의 장점을 결합하려는 시도로, 최근에는 게임이론(Game Theory)을 활용한 융합 접근이 활발히 제안되고 있다⁸⁾. 게임이론은 상호작용 상황에서 균형점을 탐색하는 수학적 모형으로, AHP와 엔트로피에서 도출된 두 가중치 집합 간의 불일치를 최소화하고 전문가의 지식(주관성)과 데이터 기반 분석(객관성)을 균형 있게 반영할 수 있다.

게임이론 기반 조합 가중치 산정은 이미 환경위험평

- 6) Toloie-Eshlaghy A, Alirezaei A, Nazari-Shirkouhi S, Noruzy A, A subjective weighting method based on group decision making for ranking and measuring criteria values, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2011. Vol.5, No.12, pp.2034-2040.
- 7) Wu, Robert MX. "Which objective weight method is better: PCA or entropy?." Scientific Journal of Research & Reviews, 2022.
- 8) Zhang, S. T., et al. "Cultural and creative design of Gansu silk road bronzes based on combination weighting method of game theory." Packaging Engineering, 2022. Vol.43, No.08, pp.55-65.

가, 자원관리, 공급망 의사결정, 품질경영 등 다양한 분야에서 적용되어 그 타당성이 입증된 바 있다. 그러나 디자인 및 디지털 문화콘텐츠 평가, 특히 박물관 웹사이트 평가 분야에서는 아직 활용 사례가 제한적이다. 따라서 본 연구는 AHP와 엔트로피 기법의 장점을 통합하고, 게임이론 기반의 균형적 가중치 산정 방식을 도입함으로써, 박물관 웹사이트의 사용자 경험을 반영한 신뢰성 높은 평가 지표 체계를 구축하는 것을 목표로 한다.

3. 연구 분석 방법

3-1. 연구 모델 구성 및 분석 절차

본 연구는 박물관 웹사이트의 사용자 경험을 반영한 평가 지표의 상대적 중요도를 과학적으로 산정하기 위하여, AHP(Analytic Hierarchy Process), 엔트로피(Entropy) 기법, 그리고 게임이론(Game Theory) 기반 융합 알고리즘을 결합한 복합 평가 모델을 설계하였다. 연구 절차는 크게 네 단계로 구분된다.

첫째, AHP 기법을 적용하여 전문가 집단의 쌍대비교 설문 결과를 토대로 판단행렬 $A = (a_{ij})_{n \times n}$ 을 구성하였다. 이를 바탕으로 고유벡터 w 를 계산하여 지표별 주관적 가중치 $w^{(ahp)}$ 를 산출하였다. 이 과정에서 일관성 검증을 위해 일관성 지수 $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{(n-1)}$ 와 일관성 비율 $CR = \frac{CI}{RI} = \frac{\lambda_{max} - n}{(n-1)RI} < 0.1$ 을 산출하였으며, $CR < 0.1$ 을 만족할 때 결과가 유효한 것으로 간주하였다.

둘째, 엔트로피 기법을 활용하여 사용자 설문 데이터를 기반으로 객관적 가중치를 도출하였다. 우선 사용자 응답 행렬 $X = (x_{ij})$ 를 정규화하여 확률값

$$p_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^m y_{ij}}$$

를 계산하였다. 이를 통해 각 지표의 엔트로피 값 $e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}$ 를 구하고, 차별도 $d_j = 1 - e_j$

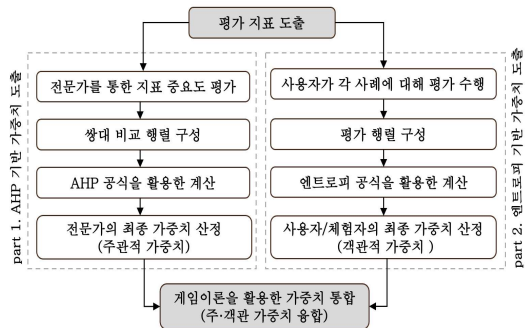
를 계산하였다. 최종적으로 각 지표의 객관적 가중치는

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}$$

셋째, AHP와 엔트로피 기법에서 도출된 두 가중치 벡터 간의 차이를 최소화하기 위하여 게임이론 기반의 융합 알고리즘을 적용하였다. 구체적으로, 최적화 목적

함수는 $\min \sum_{p=1}^n \alpha_p w_p^T - w_p$ 로 설정하였으며, 제약조건은 $\alpha_1 + \alpha_2 = 1, \alpha_1, \alpha_2 \geq 0$ 로 두었다. 이를 통해 도출된 최적해 (α_1^*, α_2^*) 를 활용하여 최종 통합 가중치는 $w^* = \alpha_1^* w^{AHP} + \alpha_2^* w^{E}$ 의 형태로 계산되었다.

넷째, 최종적으로 산출된 통합 가중치를 바탕으로 각 평가 지표의 상대적 중요도를 제시하고, 주관적·객관적 가중치 간의 차이를 비교 분석하였다. 이를 통해 본 연구는 박물관 웹사이트의 품질을 사용자 경험 관점에서 체계적으로 진단할 수 있는 신뢰성 높은 지표 체계를 마련하고자 하였다.



[그림 1] 본 연구의 연구 모델 및 분석 절차

3-2. AHP 모델 구축 및 평가 항목 개요

본 연구는 박물관 웹사이트의 사용자 경험을 기반으로 한 평가 체계를 보다 체계적이고 정량적으로 분석하기 위해, 계층분석법(AHP)을 중심으로 한 평가 모델을 설계하였다. 전체 AHP 구조는 세 개의 계층으로 구성되며, 최상위 계층은 '박물관 웹사이트의 종합적 품질 평가'를 목표로 설정하였다. 중간 계층에는 주요 평가 영역(Criteria level)이, 하위 계층에는 구체적인 평가 요소(Sub-criteria level)가 배치된다.

[표 2] 본 연구의 계층 구조 분석 모델 구축

A. 박물관 웹사이트 종합 평가	
Criteria level	Sub-criteria level
A1. 사용성	B1 텍스트의 명확성 및 최신성
	B2 디자인 및 표현의 일관성
	B3 정보 접근성
	B4 콘텐츠의 질적 수준
	B5 사용자 인터페이스 및 메타포 구성

	B6 전체적인 디자인 완성도
	B7 정보 구조 및 탐색 흐름
	B8 상호작용성과 피드백
	B9 멀티미디어 요소 활용 용이성
	B10 학습 용이성
	B11 정보 이용의 효율성
A2. 기능성	B12 다국어 지원
	B13 멀티미디어 기능 구성
	B14 서비스 메커니즘 제공
	B15 웹 커뮤니티 기능
A3. 모바일 상호작용	B16 모바일디바이스 기반의 체험 만족도
	B17 모바일 기반 교육 콘텐츠 체험
	B18 모바일 환경에서의 학습 효과성
지표유형	편익형 지표 (Benefit-type Criteria)

주요 평가 영역은 이론적 배경에서 도출한 세 가지 차원인 사용성(Usability), 기능성(Functionality), 모바일 상호작용(Mobile Interaction)으로 구성되며, 각각은 총 18개의 세부 지표로 세분화되었다. 모든 지표는 편익형(Benefit-type) 속성을 가지며, 수치가 높을수록 긍정적인 평가를 의미한다. 이와 같은 계층 구조는 전문가 판단을 기반으로 웹사이트의 상대적 중요도를 비교 분석하고, 종합적인 평가 기반을 제공하기 위한 분석 틀로 활용된다.

3-3. 전문가 및 사용자 설문 설계 및 수집

본 연구의 데이터 수집은 가중치 산정의 목적에 따라 AHP(전문가 주관 가중치)와 Entropy(사용자 기반 객관 가중치)로 이원화하여 실시하였다.

[표 3] AHP와 Entropy 설문 구성

구성	AHP 전문가 설문	Entropy 사용자 설문
설문 목적	평가 지표의 상대적 중요도	박물관 웹사이트의 체감 품질
설문 대상	관련 분야 전문가	중국 박물관의 웹사이트 체험자/사용자
설문 척도	Saaty's 1-9 Fundamental Scale	5-point Likert scale
설문 기간	2025년 7월 31일부터 8월 14일까지 약 2주간	2025년 10월 4일부터 10월 28일까지 약 4주간

표본 웹사이트는 2장에서 확정된 바와 같이 '2025 중국 박물관 네트워크 영향력 지수' 상위 3위 기관의 공식 웹사이트(고궁박물관, 상해박물관, 중국국가박물관)로 한정하였다.

AHP 설문은 목표-평가 차원-세부 지표의 3단계 계층 구조를 바탕으로 설계하고, Saaty(1980)의 1-9 척도에 따른 쌍대비교 방식으로 세부 지표 간 상대적 중요도를 판단하도록 구성하였다. 전문가 집단은 웹사이트 정보구조, 디지털 박물관 및 온라인 전시 기획운영, UX/UI 및 HCI, 문화유산 디지털화 콘텐츠 큐레이션 등 관련 분야의 연구자와 실무자로 구성하였으며 총 12인이 응답하였다. 모든 응답에 대해 일관성 비율(CR)을 산출하여 $CR < 0.1$ 을 충족한 사례만 유효로 판정하였다. 집단 판단행렬은 유효 응답의 항목값을 기하평균으로 통합하여 도출하였으며, 이를 통해 주관 가중치를 산출하였다.

Entropy 설문은 AHP 단계에서 확정된 18개 세부 평가지표(Usability 11, Functionality 4, Mobile Interaction 3)를 기반으로 5점 Likert 척도로 구성하였다. 응답의 신뢰도를 확보하기 위하여 과제 기반 체험 프로토콜을 적용하여, 참여자가 실제로 각 웹사이트를 탐색한 뒤 평가하도록 유도하였다. 체험 흐름은 온라인 전시 또는 디지털 전시실 접속과 콘텐츠 열람, 영상·3D·오디오 등 멀티미디어 자료의 사용, 언어 전환 기능의 활용과 차이 확인, 웹 커뮤니티 기능(게시판 댓글 등)의 참여, 지정된 전시 항목 또는 유물의 위치 확인을 포함하도록 안내하였다. 체험의 진위를 검증하기 위해 설문 말미에 최소 한 문항의 체험 확인형 객관문항을 배치하여 스크린샷 제출을 의무화하였고, 별도로 사실 확인형 객관문항을 포함하여 정답인 경우에 한해 유효 응답으로 판정하였다(예: 해당 사이트가 지원하는 언어 모드의 개수). 또 수집된 응답은 SPSS를 활용하여 Cronbach's α 계수 기반의 신뢰도 분석을 실시한 후, 정규화 과정을 거쳐 지표별 엔트로피와 차별도를 계산하여 객관 가중치 산정에 사용하였다.

상기 절차를 통해 확보된 전문가 기반의 AHP 가중치와 사용자 기반의 Entropy 가중치는 후속 절차에서 표준화-검증을 거친 후, 게임이론 기반 융합 알고리즘을 통해 통합 가중치로 도출된다.

4. 실증 분석 및 결과

4-1. AHP 기반 지표 주관적 가중치 분석

4-1-1. AHP 분석을 위한 전문가 구성 개요

본 연구의 AHP 분석은 평가 지표 간 상대적 중요도를 합리적으로 산정하기 위해, 관련 분야 전문가 집단의 판단을 반영하였다. 총 12명의 전문가가 설문

참여하였으나, 일관성 비율(CR) 검정에서 0.1 미만을 충족하지 못한 사례를 제외한 결과, 최종적으로 9명의 유효 응답이 분석에 포함되었다.

참여 전문가들은 웹디자인·UX, 시각 디자인·멀티미디어, 디지털 박물관 및 온라인 전시 기획·운영 등 박물관 웹사이트 평가와 직접적으로 연관된 분야를 전공하거나 해당 영역에서 다년간의 연구 및 실무 경험을 보유하고 있다. 이러한 구성은 사용성, 가능성, 인터랙션, 정보 구조 등 다양한 차원에서의 균형 잡힌 판단을 가능하게 하였다.

최종적으로 확보된 전문가 집단의 구성 현황은 아래 [표 4]에 제시하였다.

[표 4] 최종 AHP 분석의 전문가 구성 현황

번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9
직책	대학 교수	대학 강사	디자인 이너	대학 강사	대학 강사	박사 과정	박사 과정	대학 강사	대학 강사
전공	환경학	디지털 미디어	커뮤니케이션	디지털 미디어	디지털 미디어	커뮤니케이션	커뮤니케이션	실내건축디자인	디지털 미디어
학위	박사	박사	박사	박사	박사	석사	석사	박사	박사
연구분야	웹사이트 및 UX 분야			인터랙션 디자인		디지털 박물관 및 온라인 전시			
	디지털 환경평가	웹사이트 인터랙션	웹사이트 디자인	디지털 전시 UX 기획	인터랙션 콘텐츠 기획	인터랙션 체험평가	디지털 박물관	디지털 박물관	온라인 전시

4-1-2. 1차 평가 기준 가중치 계산

1차 평가 지표의 가중치를 계산하기 위해, 먼저 9명의 전문가가 제공한 개별 판단 행렬을 통합하기 위해 기하 평균법을 사용하였다. 이 방법은 각 평가 행렬의 요소를 곱한 후, 그 값에 대해 m제곱근을 취해 최종 통합 행렬을 도출하는 방식이다. $\bar{A} = \left(\prod_{k=1}^m a_{ij}^k \right)^{\frac{1}{m}}$

[표 5] 1차 평가 기준 A1-A3 판단 통합 행렬

A	A1	A2	A3
A1	1	3.794329	3.6529082
A2	0.263551	1	1.0908398
A3	0.273754	0.9167249	1

그 다음, 통합된 행렬의 요소를 행(row) 단위로 모두 곱하여 새로운 벡터를 생성하였다. 이후, 이 벡터의 각 성분에 대해 n제곱근을 계산하였고, 계산된 벡터를 정규화하여 최종 가중치 벡터(w)를 도출하였다.

$$W_i = \frac{(\prod_{j=1}^n a_{ij})^{(1/n)}}{\sum_{i=1}^n (\prod_{j=1}^n a_{ij})^{(1/n)}}, i = 1, 2, \dots, n$$

이 과정에서 실제 전문가들이 평가 지표를 쌍대 비교할 때 일관되지 않은 판단이 발생할 가능성이 있기 때문에, 일관성 검증이 필요하였다. 일반적으로 CR(Consistency Ratio, 일관성 비율)을 사용하여 판단 행렬의 일관성을 검증하며, CR은 일관성 지수(CI)와 평균 랜덤 일관성 지수(RI)의 비율로 정의된다. CR 값이 0.1 미만이면 판단 행렬이 일관성을 충족한다고 간주되며 수정이 필요하지 않다. 반대로 CR이 0.1 이상이면, 전문가의 판단 행렬을 재검토하고 수정해야 하며, 최종적으로 CR이 0.1 미만이 될 때까지 조정해야 한다.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n-1)RI} < 0.1 \quad CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n-1)}$$

최종적으로 (A1)부터 (A3)까지의 통합 판단행렬에 대해 가중치 산정 및 일관성 검증을 수행한 결과, CR = 0.0017로 일관성 검증을 통과하였으며, 모든 가중치 산정 결과는 합리적인 것으로 판단되었다. 이에 따라, 1차 평가 지표의 최종 가중치는 아래 표와 같다.

[표 6] 1차 평가 기준(Criteria level) 가중치 산정 결과

지표	가중치	λ_{\max}	CI	CR
A1	0.6505	3.0017	0.00087	0.0017 < 0.1 일관성 검증을 통과
A2	0.1787			
A3	0.1708			

4-1-3. 2차 평가 기준 가중치 계산과 종합 결과

동일한 계산 절차에 따라 2차 평가 지표(B1~B18)에 대한 판단행렬을 집계하고, 가중치를 산정하였다. 총 9명의 전문가가 작성한 각 항목별 쌍대 비교 설문 결과는 모두 일관성 요건(CR < 0.1)을 충족하였으며, 이에 따라 모든 응답 결과를 통합 판단행렬 작성에 반

[표 7] 2차 평가 기준 B1-A18 판단 통합 행렬

B1-B18 판단 통합 행렬											
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11
B1	1.0000	1.3026	2.7771	1.1421	2.8630	2.1051	1.8245	3.7190	3.7897	3.6924	2.8306
B2	0.7677	1.0000	1.2220	0.5901	1.5846	0.6540	0.5734	1.5650	1.5241	1.3427	1.2155
B3	0.3722	0.8156	1.0000	0.5306	0.9030	0.7577	0.5469	1.4190	1.1298	1.3377	1.0149
B4	0.8768	1.6945	1.8738	1.0000	2.8798	1.4594	1.9401	2.6066	2.6043	2.0725	1.3756
B5	0.3492	0.6290	1.1037	0.3490	1.0000	0.7301	0.4765	1.1167	1.3173	1.2714	0.6825
B6	0.4752	1.5210	1.3059	0.6841	1.3787	1.0000	1.4976	1.0331	1.5327	1.3250	1.1114
B7	0.5480	1.5874	1.8214	0.5260	2.0491	0.6254	1.0000	2.1390	2.2174	2.1661	1.5711
B8	0.2680	0.6399	0.7459	0.4206	0.9446	0.9694	0.4675	1.0000	1.2874	0.8461	0.3984
B9	0.2641	0.6569	0.8851	0.3765	0.7598	0.6519	0.4540	0.7753	1.0000	0.9032	0.4765
B10	0.2699	0.7185	0.7476	0.5095	0.7839	0.7594	0.4633	1.1819	1.1072	1.0000	0.5631
B11	0.3521	0.8239	0.9853	0.7253	1.4602	0.9016	0.6388	2.5051	2.0949	1.7725	1.0000
	B12	B13	B14	B15		B16	B17	B18			
B12	1.0000	1.0031	0.9032	1.3787	B16	1.0000	2.7120	2.7733			
B13	0.9969	1.0000	1.2509	2.1729	B17	0.3705	1.0000	1.3608			
B14	1.1072	0.7994	1.0000	1.7022	B18	0.3594	0.7349	1.0000			
B15	0.7253	0.4602	0.5875	1.0000							

[표 8] AHP 주관적 가중치 종합표

목표 계층(Goal level): A 박물관 웹사이트의 종합 평가							
Criteria level	Sub-criteria level	W2 가중치	λ_{max}	CI	CR	W1*W2 종합 가중치	순위
A1 W1 0.6505	B1 텍스트의 명확성 및 최신성	0.1862	11.21 35	0.02135	0.014<0.1 일관성 검정 을 통과	0.1211231	1
	B2 디자인 및 표현의 일관성	0.0855				0.0556178	8
	B3 정보 접근성	0.0695				0.0452098	11
	B4 콘텐츠의 질적 수준	0.1454				0.0945827	3
	B5 사용자 인터페이스 및 메타포 구성	0.062				0.040331	12
	B6 전체적인 디자인 완성도	0.0927				0.0603014	5
	B7 정보 구조 및 탐색 흐름	0.1083				0.0704492	4
	B8 상호작용성과 피드백	0.055				0.0357775	15
	B9 멀티미디어 요소 활용 용이성	0.051				0.0331755	16
	B10 학습 용이성	0.0571				0.0371436	14
	B11 정보 이용의 효율성	0.0874				0.0568537	6
A2 W1 0.1787	B12 다국어 지원	0.257	4.020 7	0.00689	0.0077<0.1 일관성 검정 을 통과	0.0459259	10
	B13 멀티미디어 기능 구성	0.3119				0.0557365	7
	B14 서비스 메커니즘 제공	0.2693				0.0481239	9
	B15 웹 커뮤니티 기능	0.1618				0.0289137	18
A3 W1 0.1708	B16 모바일디바이스 기반의 체험 만족도	0.5768	3.009 3	0.00464	0.0089<0.1 일관성 검정 을 통과	0.0985174	2
	B17 모바일 기반 교육 콘텐츠 체험	0.2343				0.0400184	13
	B18 모바일 환경에서의 학습 효과성	0.1889				0.0322641	17

영하였다. 이후 통합 판단행렬을 기반으로 AHP 기법에 따라 각 세부 항목의 가중치를 산출하고, 일관성 검정

을 통해 해당 결과의 신뢰도를 확보하였다. 세부 평가 지표별 가중치 산정 결과 및 CR 값은 항목군(B1-B18)

별로 구분하여 다음 [표 7-8]에 제시하였다. 최종적으로는 판단행렬을 종합하여 각 지표의 가중치를 계산하고, 그 결과를 [표 8]에 제시하였다. 해당 표는 1차 평가 차원의 가중치(W1), 2차 세부 지표의 가중치(W2), 그리고 이들의 곱을 통해 도출된 종합 가중치(W1×W2)를 포함하고 있다. 본 AHP 분석 결과는 이후 단계에서 게임이론 기반 융합 알고리즘의 주관적 가중치(Subjective Weight)로 활용되어, 객관적 가중치와의 통합 비교 분석을 위한 기초 자료로 사용된다.

4-2. 엔트로피 기반 지표 객관적 가중치 분석

4-2-1. 체험자 표본 특성

본 연구의 엔트로피 기반 사용자 설문은 중국 내 3개 주요 박물관 웹사이트를 대상으로 실시되었다. 각 웹사이트별로 60명의 체험자를 모집하여 총 180부의 응답을 확보하였으며, 체험 검증 문항 및 사실 확인형 문항(3-3절 참조)을 통과한 144부의 유효 응답이 최종 분석에 활용되었다.

[표 9] 표본의 특성

구분	세부 내용	빈도	백분율(%)
성별	남자	67	46.53%
	여자	77	53.47%
연령	20 이하	4	2.78%
	20~25	41	28.47%
	26~30	59	40.97%
	31~40	23	15.97%
	41~50	9	6.25%
	51~60	6	4.17%
	60 이상	2	1.39%
사용 빈도	자주 이용함(한 달 2회 이상)	20	13.89%
	가끔 이용함(3~4개월에 1회)	45	31.25%
	거의 이용하지 않음(경험 있음)	45	31.25%
	이번이 처음임	34	23.61%

Cronbach's $\alpha=0.919$ (항목수:18)

응답자의 성별 분포는 남성 46.53%, 여성 53.47%로, 여성 응답자의 비율이 다소 높게 나타났다. 연령대는 26세 이상 30세 이하가 40.97%로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 이어 20세 이상 25세 이하가 28.47%, 31세 이상 40세 이하가 15.97% 순으로 나타났다. 이용 빈도는 '사용 경험 있으나 거의 이용하지 않음'이 31.25%로 가장 높았고, '가끔 이용함(3~4개월 1회)'이 31.25%, '이번이 처음임'이 23.61%, '자주 이용함(한 달 2회 이상)'이 13.89% 순으로 조사되었다. 데이터의 신뢰도 분석 결과, SPSS 26.0을 활용한 Cronbach's α 계수는 0.919로 매우

높은 수준의 내적 일관성을 보여, 설문 응답이 엔트로피 기반 가중치 산정에 적합함을 확인하였다.

4-2-2. 엔트로피 기반 지표 가중치 계산

평가 체계 내 지표 가중치의 객관성(Objectivity)을 확보하기 위하여, 본 연구는 엔트로피 가중치법(Entropy Weight Method, EWM)을 적용하여 각 평가 지표의 객관적 가중치를 산정하였다. 엔트로피 기법은 정보이론(Information Theory)의 원리에 기초한 통계적 방법으로, 평가 데이터의 분산 정도(Information Dispersion)를 활용하여 각 지표가 시스템 내에서 제공하는 정보량(Information Content)을 정량적으로 반영한다. 일반적인 평균화 방식이나 전문가의 주관적 판단에 의존한 가중치 산정보다, 데이터 자체의 변동성과 구별도를 수학적으로 계산할 수 있다는 점에서 높은 객관성과 일관성을 확보할 수 있다.

본 연구의 엔트로피 기반 분석은 144부 유효 응답 데이터를 기반으로 수행되었다. 체험자들은 지정된 박물관 웹사이트에서 언어 전환, 전시 콘텐츠 탐색, 멀티미디어 사용, 예약계시판 가능 확인 등 일련의 체험 과정을 완료한 후, 총 18개 세부 평가 지표에 대해 5점 리커트 척도로 응답하였다. 이후 응답 데이터를 바탕으로 각 지표별 분산 정도를 계산하고, 이를 통해 지표의 엔트로피 값(Entropy Value)과 차별도(Differentiation Degree)를 도출하였다. 계산 과정은 3-1절에서 제시한 절차를 따르며, 각 지표의 정보 기여도가 높을수록 더 큰 객관 가중치가 부여된다.

또한, 본 연구는 평균값을 이용한 단순화 과정을 거치지 않고, 각 응답자의 원시 데이터(Raw Data)를 그대로 반영하여 분석을 수행하였다. 이러한 접근은 데이터의 개별 특성을 최대한 보존함으로써 정보 손실을 최소화하고, 평가 지표 간의 세밀한 변별력을 보다 정확히 반영할 수 있다는 점에서 의미가 있다. 본 연구에서 계산된 엔트로피 가중치 결과는 아래의 [표 10]와 같으며, 이는 후속 단계인 게임이론 기반 조합 가중치 산정의 입력값으로 활용되었다.

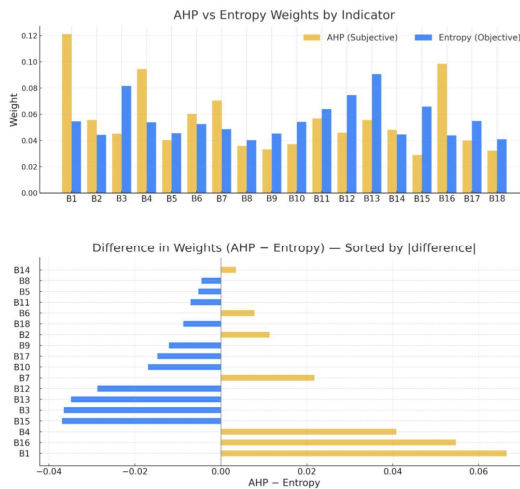
[표 10] Entropy 객관적 가중치 종합표

지표	엔트로피 e_j	차별도 d_j	가중치 w_j	순위
B1	0.980423	0.019577	0.054653	7
B2	0.984138	0.015862	0.044282	15
B3	0.970716	0.029284	0.08175	2

B4	0.980748	0.019252	0.053745	9
B5	0.983679	0.016321	0.045564	12
B6	0.981211	0.018789	0.052452	10
B7	0.98257	0.01743	0.048659	11
B8	0.985574	0.014426	0.040271	18
B9	0.983783	0.016217	0.045273	13
B10	0.980616	0.019384	0.054113	8
B11	0.977105	0.022895	0.063914	5
B12	0.973254	0.026746	0.074666	3
B13	0.967537	0.032463	0.090627	1
B14	0.984017	0.015983	0.044619	14
B15	0.976404	0.023596	0.065871	4
B16	0.984312	0.015688	0.043796	16
B17	0.980381	0.019619	0.05477	6
B18	0.985323	0.014677	0.040973	17

4-3. AHP와 엔트로피 가중치 비교 분석

이 절에서는 앞서 4.1절과 4.2절에서 산정된 AHP 기반 주관적 가중치와 엔트로피(Entropy) 기반 객관적 가중치를 비교·분석하여, 박물관 웹사이트 평가 지표 간 중요도 분포와 인식 차이를 고찰하였다. [그림 2]는 각 지표별 가중치 분포 및 두 방법 간의 차이(AHP-Entropy)를 시각화한 결과이다.



[그림 2] AHP와 엔트로피 가중치 비교 및 차이 시각화

분석 결과, AHP 결과에서는 ‘텍스트의 명확성 및 최신성(B1)’이 가장 높은 가중치(0.1211)를 기록하였으며, 이어 ‘모바일디바이스 기반의 체험 만족도(B16)’(0.0985), ‘콘텐츠의 질적 수준(B4)’(0.0946), ‘정보 구조 및 탐색 흐름(B7)’(0.0704), ‘전체적인 디자인 완성도(B6)’(0.0603) 순으로 나타났다. 이러한 경향은 전문가들이 웹사이트의 정보 전달력, 구조적 논

리성, 시각적 완성도 및 모바일 환경의 사용자 체감 품질을 주요 평가 기준으로 인식하고 있음을 보여준다. 반면, 엔트로피 분석 결과에서는 ‘멀티미디어 기능 구성(B13)’(0.0906)이 가장 높은 객관적 가중치를 보였고, 이어 ‘정보 접근성(B3)’(0.0818), ‘다국어 지원(B12)’(0.0747), ‘웹 커뮤니티 기능(B15)’(0.0659), ‘정보 이용의 효율성(B11)’(0.0639) 순으로 나타났다. 이는 실제 사용자 응답 데이터의 분산도가 높은 항목으로, 정보 접근성, 기능적 활용성, 상호참여 기능이 사용자 경험의 변별력을 결정하는 핵심 요인임을 의미한다.

두 방법 간의 세부 차이를 살펴보면, B16(모바일디바이스 기반의 체험 만족도)은 AHP에서 2위로 매우 높은 비중을 차지하였으나, 엔트로피에서는 16위로 하락하여 전문가와 사용자의 인식 간 괴리가 가장 크게 나타났다. 반대로, B13(멀티미디어 기능 구성)과 B15(웹 커뮤니티 기능), B12(다국어 지원)은 AHP에서 각각 7위, 18위, 10위로 낮게 평가되었으나, 엔트로피에서는 상위권으로 상승하여 실제 사용자들이 콘텐츠 활용의 다양성·접근성, 참여 기반 상호작용을 더 중요하게 인식하고 있음을 보여주었다. 또한 B3(정보 접근성)은 AHP 11위에서 엔트로피 2위로 크게 상승하여, 사용자의 실제 체험 과정에서 정보 접근의 편의성이 평가의 핵심 변수로 작용했음을 시사한다.

이와 같은 결과는 전문가 집단의 판단이 디자인 완성도·구조적 논리성·모바일 경험 품질 등 시각적·형태적 요인에 집중된 반면, 사용자 데이터는 기능적 접근성·참여 경험 등 실제 이용 행태에 기반한 요인에 더 민감하게 반응함을 의미한다. 따라서 두 평가 간에는 인식의 방향성과 평가 초점에서 차이가 존재하며, 이는 박물관 웹사이트의 품질 진단 시 단일한 평가 접근을 보완하고, 주·객관적 균형을 반영할 필요성을 시사한다. 이에 따라 다음 절에서는 두 가중치 체계를 통합하여 게임이론(Game Theory) 기반의 융합 분석을 수행하고, 객관성과 일관성을 동시에 확보한 최종 통합 가중치(Final Integrated Weight)를 도출하고자 한다.

4-4. 게임이론 기반 주·객관 가중치 융합 분석

본 연구에서는 AHP 기반 주관적 가중치와 엔트로피(Entropy) 기반 객관적 가중치 간의 편차를 최소화하고, 두 결과의 상호보완적 관계를 반영하기 위해 게임이론(Game Theory) 기반 조합 가중치법(Combination Weighting Method)을 적용하였다. 이 방법은 서로 다른 가중치 산정 방식이 가지는 상충

(conflict) 관계를 수학적 균형(equilibrium)으로 조정함으로써, 전문가 판단의 경험적 지식과 사용자 응답 데이터의 통계적 신뢰성을 동시에 반영하는 데 목적이 있다. 즉, 주관성과 객관성, 그리고 평가 데이터의 동태적 변동성을 통합적으로 고려할 수 있다는 점에서 기존 단일 방식보다 우수한 합리성을 제공한다.

본 연구에서는 두 개의 가중치 벡터(AHP, Entropy)를 기반으로 최적 결합계수(α_1, α_2)를 산정하였으며, 이를 정규화하여 최종 통합 가중치 W를 도출하였다. 이러한 절차를 통해 산출된 W는 주관적 판단과 객관적 데이터 간의 거리 차이를 최소화함으로써, 두 평가 결과의 균형적 통합을 실현한다. 자세한 수식 전개는 3-1 절에서 제시한 바와 같으며, 본 절에서는 계산 결과와 주요 분석 내용을 중심으로 논의를 전개한다. [표 11]는 게임이론 기반 융합 분석을 통해 도출된 최종 통합 가중치 결과를 나타낸다.

[표 11] 최종 가중치 종합표

지표	가중치 W (A)	순위	결합 계수	가중치 W (B)	순위
B1	0.6323	1	$\alpha_1=0.724$	0.1028	1
B2				0.0525	10
B3				0.0553	8
B4				0.0833	3
B5				0.0418	13
B6				0.0581	7
B7				0.0644	5
B8				0.037	16
B9				0.0365	17
B10				0.0418	13
B11	0.2056	2	$\alpha_2=0.276$	0.0588	6
B12				0.0539	9
B13				0.0654	4
B14				0.0472	11
B15				0.0391	15
B16				0.0834	2
B17				0.0441	12
B18				0.0347	18

우선, ‘텍스트의 명확성 및 최신성(B1)’이 0.1028로 가장 높은 가중치를 나타내어, 박물관 웹사이트에서 제공되는 기본 텍스트 정보의 명료성·가독성·갱신성이 전반적 사용자 경험을 규정하는 1차적 요인임을 보여준다. 그 다음으로 ‘모바일디바이스 기반의 체험 만족도(B16)’(0.0834)와 ‘콘텐츠의 질적 수준(B4)’(0.0833)이 유사한 수준의 높은 중요도를 보였으며, 이어 ‘멀티미디어 기능 구성(B13)’(0.0654), ‘정보 구조 및 탐색

흐름(B7)’(0.0644), ‘정보 이용의 효율성(B11)’(0.0588), ‘전체적인 디자인 완성도(B6)’(0.0581) 순으로 나타났다. 이는 텍스트 정보의 질뿐 아니라, 콘텐츠의 신뢰성과 깊이, 멀티미디어 기능의 구성, 정보 구조의 논리성, 검색·탐색의 효율성, 그리고 모바일 환경에서의 총체적 체험이 통합적으로 중요한 평가 기준으로 작용함을 의미한다.

중간 수준의 가중치를 보인 항목으로는 ‘정보 접근성(B3)’(0.0553), ‘다국어 지원(B12)’(0.0539), ‘디자인 및 표현의 일관성(B2)’(0.0525), ‘서비스 메커니즘 제공(B14)’(0.0472), ‘모바일 기반 교육 콘텐츠 체험(B17)’(0.0441), ‘사용자 인터페이스 및 메타포 구성(B5)’(0.0418), ‘학습 용이성(B10)’(0.0418) 등이 포함된다. 이는 정보에 대한 접근 경로, 언어 선택의 용이성, 전반적 디자인 톤의 통일성, 예약·검색·다운로드와 같은 서비스 기능, 모바일 환경에서의 교육 콘텐츠 체험 등이 핵심 요인 다음 단계의 보조적이지만 무시할 수 없는 요소로 작용하고 있음을 보여준다. 반면, ‘웹 커뮤니티 기능(B15)’(0.0391), ‘상호작용성과 피드백(B8)’(0.0370), ‘멀티미디어 요소 활용 용이성(B9)’(0.0365), ‘모바일 환경에서의 학습 효과성(B18)’(0.0347)은 상대적으로 낮은 가중치를 나타냈다. 이는 현재 중국 주요 박물관 웹사이트의 이용 맥락에서는 커뮤니티 기반 상호작용이나 학습 성과 평가 요소가 텍스트·콘텐츠·구조·접근성에 비해 상대적으로 부차적 요소로 인식되고 있음을 시사한다.

이와 같이 도출된 게임이론 기반 통합 가중치는 AHP와 엔트로피 분석에서 드러난 전문가와 사용자의 인식 차이를 수학적으로 조정함으로써, 두 평가 결과 간의 상호보완적 관계를 균형 있게 반영한 것으로 해석된다. 특히 B1(텍스트의 명확성 및 최신성), B4(콘텐츠의 질적 수준), B7(정보 구조 및 탐색 흐름)은 두 분석 모두에서 일관되게 높은 중요도를 보여, 정보의 명료성과 신뢰성, 그리고 탐색의 논리성이 박물관 웹사이트 경험의 기본적 완성도를 결정짓는 핵심 요인임을 확인할 수 있었다. 한편, B16(모바일디바이스 기반의 체험 만족도)는 AHP에서 매우 높은 평가를 받았던 항목으로, 최종 통합 가중치에서도 상위권(2위)을 유지하였다. 이는 모바일 기기 환경에서의 시각적 안정감, 반응성, 조작성 등이 전문가뿐 아니라 사용자 모두에게 중요한 경험 품질 요소로 인식되고 있음을 의미한다.

또한 B13(멀티미디어 기능 구성), B3(정보 접근성), B12(다국어 지원), B15(웹 커뮤니티 기능) 등은 엔트로피 기반 분석에서 상대적으로 높은 객관적 중요도를

보였으며, 통합 가중치에서도 중상위 수준으로 나타났다. 이러한 결과는 웹사이트의 기능적 유연성, 언어 다양성, 참여 및 피드백 구조가 사용자 체험의 풍부함을 강화하는 보조적 요인으로 작용하고 있음을 보여준다.

종합적으로, 본 연구의 통합 가중치는 전문가의 설계 관점(형태적 완성도·시각적 구조·콘텐츠 품질)과 사용자의 실제 이용 경험(접근성·기능 구성·모바일 기반 체험성)을 유기적으로 연결하는 결과로 평가된다. 이는 기존의 단일 평가 방식이 보여주던 한계를 넘어, 사용자 경험 중심의 웹사이트 디자인 평가 모델로서의 확장 가능성을 제시한다는 점에서 의의가 있다.

따라서 본 연구에서 산출된 게임이론 기반 통합 가중치는 향후 디지털 박물관 웹사이트의 정보 구조 개선, UX 인터랙션 설계, 콘텐츠 구성 전략 수립 등 디자인 실무와 학문 연구 양 측면에서 활용 가능한 실질적 근거를 제공할 것으로 기대된다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 박물관 웹사이트를 대상으로, 사용자 경험 관점에서 평가 지표 체계를 구축하고 이에 대한 주관적 가중치를 통합적으로 산정하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 선행연구를 바탕으로 사용성(Usability), 기능성(Functionality), 모바일 상호작용(Mobile Interaction)의 세 차원을 설정하고, 총 18개 세부 지표로 구성된 평가 틀을 정립하였다. 그 위에 전문가 설문문을 활용한 AHP, 사용자 경험 설문문을 활용한 엔트로피 가중치법, 그리고 두 결과를 통합하는 게임이론 기반 조합 가중치법을 순차적으로 적용하여, 박물관 웹사이트 평가 지표의 상대적 중요도를 정량적으로 분석하였다.

연구 결과, AHP 분석에서는 전문가들이 텍스트의 명확성 및 최신성(B1), 콘텐츠의 질적 수준(B4), 모바일 디바이스 기반의 체험 만족도(B16), 정보 구조 및 탐색 흐름(B7) 등과 같이 정보 전달의 정확성, 콘텐츠 품질, 구조적 완성도, 모바일 환경의 사용성을 핵심 요소로 인식하는 것으로 나타났다. 반면, 엔트로피 분석에서는 멀티미디어 기능 구성(B13), 정보 접근성(B3), 다국어 지원(B12), 웹 커뮤니티 기능(B15), 정보 이용의 효율성(B11) 등의 지표가 상대적으로 높은 객관적 중요도를 보여, 실제 사용자 데이터에서는 콘텐츠 접근 경로, 기능 활용 편의성, 언어 선택, 참여 기능이 웹사이트 경험의 변별력을 좌우하는 요인으로 작용하고 있

음을 확인하였다.

두 결과를 게임이론 기반으로 통합한 최종 가중치에서는 '텍스트의 명확성 및 최신성(B1)'이 가장 높은 중요도를 차지하였으며, '모바일디바이스 기반의 체험 만족도(B16)', '콘텐츠의 질적 수준(B4)', '멀티미디어 기능 구성(B13)', '정보 구조 및 탐색 흐름(B7)', '정보 이용의 효율성(B11)', '전체적인 디자인 완성도(B6)' 등이 그 뒤를 이었다. 이는 박물관 웹사이트에서 읽기 쉬운 텍스트와 신뢰할 수 있는 콘텐츠, 논리적인 정보 구조, 효율적인 탐색 과정, 모바일 환경에서의 원활한 이용 경험, 그리고 풍부한 멀티미디어 기능이 종합적으로 중요한 평가 기준임을 의미한다. 반면 웹 커뮤니티 기능(B15), 상호작용성과 피드백(B8), 멀티미디어 요소 활용 용이성(B9), 모바일 환경에서의 학습 효과성(B18) 등은 상대적으로 낮은 가중치를 보여, 현재의 박물관 웹사이트 이용 맥락에서는 참여형 커뮤니티나 학습 성과 평가 기능이 보조적 요소로 인식되고 있음을 시사한다.

학문적 측면에서, 본 연구는 디자인·문화콘텐츠 분야에서 상대적으로 활용 사례가 적었던 게임이론 기반 조합 가중치법을 박물관 웹사이트 평가에 적용함으로써, 주관적(AHP)·객관적(Entropy) 가중치의 통합 가능성을 실증적으로 제시하였다. 이는 전문가의 설계 관점과 사용자 경험 데이터를 동시에 고려하는 복합 평가 프레임으로 기능할 수 있으며, 향후 다른 유형의 문화 기관 웹사이트나 디지털 문화콘텐츠 평가 연구로 확장될 수 있는 방법론적 기반을 제공한다는 점에서 의의가 있다.

실무적 측면에서, 본 연구에서 도출된 통합 가중치는 향후 박물관 웹사이트의 정보 구조 개편, UI·비주얼 디자인 개선, 모바일 환경 최적화, 다국어·멀티미디어 기능 강화 등의 우선순위를 설정하는 데 활용 가능한 근거를 제시한다. 예를 들어, 텍스트와 콘텐츠 품질, 정보 구조, 모바일 사용성을 상위 과제로 우선 개선하고, 그 다음 단계에서 커뮤니티 기능이나 학습 지원 기능을 확장하는 단계적 전략 수립이 가능하다.

물론 본 연구는 중국 사례의 웹사이트와 특정 표본(20-30대)을 중심으로 분석을 수행하였기 때문에, 국가기관 유형에 따른 일반화에는 한계가 있다. 또한 본 연구는 응답자의 자기 보고(Self-report)에 기반한 설문 방식을 사용하였기 때문에, 실제 이용 과정에서의 행태적 반응이나 맥락적 경험을 충분히 반영하지 못한 한계가 있다. 향후 연구에서는 사용자 로그 데이터나 관찰 기반의 정성 연구를 병행하여, 보다 실증적인 사용

자 경험 분석이 필요할 것이다. 그럼에도 불구하고, 본 연구는 박물관 웹사이트 평가에 있어 사용자 경험 관점을 반영한 지표 체계와 주·객관 가중치 융합 모델을 제시함으로써, 디지털 문화기관의 웹 서비스 품질을 정량적으로 진단할 수 있는 새로운 평가 틀을 마련하였다는 점에서 학문적·실무적 의의를 지닌다.

참고문헌

1. 이다빈, 이기현, 역사 학습효과 증진을 위한 웹 가상박물관 디자인 가이드라인에 대한 연구 -사용자 경험 디자인을 중심으로-, 박물관학보, 2020
2. 포좌문, 구자준, 다기준 의사결정 이론(MCDM)을 활용한 온라인 박물관 가상 투어의 사용자 경험 평가 연구 - 중국 사례를 중심으로, 한국디자인리서치, 2025
3. Davoli P, Mazzone F, Corradini E, Quality assessment of cultural Web sites with fuzzy operators, Journal of Computer Information Systems, 2005
4. Di Blas N, Guermand MP, Orsini C, Paolini P, Evaluating the features of museum websites, Museums and the Web, 2002
5. Dyson M, Moran K, Informing the design of Web interfaces to museum collections, Museum Management and Curatorship, 2000
6. Garzotto F, Matera M, Paolini P, To use or not to use? Evaluating usability of museum web sites, Museums and the Web, 1998
7. Kabassi K, Evaluating websites of museums: State of the art, Journal of Cultural Heritage, 2017
8. Kabassi K, Application of multi-criteria decision-making models for the evaluation of cultural websites: A framework for comparative analysis, Information, 2021
9. Kabassi K, Bottonis A, Karydis C, Evaluating websites of specialized cultural content using fuzzy multi-criteria decision making theories, Informatica, 2020
10. Lin ACH, Fernandez WD, Gregor S, Understanding web enjoyment experiences and informal learning: A study in a museum context, Decision Support Systems, 2012
11. Lopatovska S, Museum website features, aesthetics, and visitors' impressions: A case study of four museums, Museum Management and Curatorship, 2015
12. Olsina Santos L, Web-site quality evaluation method: A case study of museums, Proceedings of the 2nd Workshop on Software Engineering over the Internet (ICSE), 1999
13. Sirah S, Mikhailov L, Keane L, John A, PriEsT: An interactive decision support tool to estimate priorities from pair-wise comparison judgments, International Transactions in Operational Research, 2015
14. Toloie-Eshlaghy A, A subjective weighting method based on group decision making for ranking and measuring criteria values, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2011
15. Vavoula G, Sharples M, Rudman P, Meek J, Lonsdale P, Myartspace: Design and evaluation of support for learning with multimedia phones between classrooms and museums, Computers & Education, 2009
16. Wu RMX, Which objective weight method is better: PCA or entropy?, Scientific Journal of Research & Reviews, 2022
17. Zhang ST, Cultural and creative design of Gansu silk road bronzes based on combination weighting method of game theory, Packaging Engineering, 2022
18. www.gov.cn
19. www.scribd.com