

# 딥러닝을 활용한 과학관 전시품 선호도 분석 방법 개발

유준상<sup>†</sup>, 강보영<sup>\*\*</sup>

## Development of Exhibits Preference Analysis Method using Deep Learning for Science Museum

Jun Sang Yu<sup>†</sup>, Bo-yeong Kang<sup>\*\*</sup>

### ABSTRACT

Science museum are dealing with exhibits on field of changing science and technology, and previous research suggested that exhibits replacement should carried out at least every 5 years. In order to efficiently replace exhibits within a limited budget, various studies analyzed visitors' preferences to exhibits. Recently, studies use various technologies to collect the data on visitors' preferences automatically, but almost of studies had a high dependency on their visitors such as visitors needed to carry specific sub-devices in the museums for gathering data. As complementing the limitations of previous research, this study introduces the improved method which is able to automatically collect and quantify visitors' preferences to exhibits using TensorFlow, a deep learning technology. By the proposed analysis method, it was possible to collect 2,520 data of visitors' experience on exhibits in totality. Based on collected data, attraction power and holding power indicating the preference of visitors on exhibits were able to be calculated. The result also confirmed antecedent research conclusion that the attraction power and holding power of the exhibit which consists of 3 dimensional structures work are higher than other exhibits. As a conclusion, the proposed method will provide more convenient data collection method for detecting visitors' preference.

**Key words:** Science Museum, TensorFlow, Visitor Preference, Data Collection

### 1. 서 론

현재의 과학관은 과학기술 자료의 수집, 보존, 전시 기능과 함께 교육기관, 체험센터, 다양한 참여 동기를 갖는 시민들의 만남 및 토론의 장, 휴식 공간으로 기능이 고도화되고 있으며, 과학적 원리를 제공하고 과학대중화를 넘어 국가창의력 확충을 위한 국민과 과학문화 소통의 핵심 인프라로서 역할이 확대되고 있다[1]. 그중에서 과학관이 제공하는 전시품에서 고객이 원하는 전시품으로 신규개발 및 제작이 중요

해지고 있으며, 외국의 과학관과 마찬가지로 체험형 전시 프로그램의 수요가 높아지는 가운데 양방향의 소통형 체험프로그램의 운영이 가능하도록 효과적 인 개발이 필요하다[1,2]. 이러한 변화하는 패러다임에 맞춰가기 위해 국내 많은 과학관들은 전시장의 노후 전시품을 내구연수, 고장률, 투입인력, 선호도 등으로 분류하여 개선하거나 신규 콘텐츠를 도입하는 등 다양한 노력을 하고 있다. 내구연수의 경우 국립중앙과학관 전시시설 현대화 2단계(17년~21년) 종합전시기본계획을 바탕으로 법인세법 시행규칙과

\* Corresponding Author : Bo-yeong Kang, Address: (41566) 80 Daehak-ro, Buk-gu, Daegu, Korea, TEL : +82-53-950-2082, FAX : +82-53-950-7017, E-mail : kby09@knu.ac.kr

Receipt date : Nov. 6, 2020, Revision date : Dec. 9, 2020  
Approval date : Dec. 22, 2020

<sup>†</sup> Dept of Mechanical Eng., Kyungpook National University (E-mail : kiroo1232@dnsm.or.kr)

<sup>\*\*</sup> Dept of Mechanical Eng., Kyungpook National University  
\* This research was supported by personal research assignments project through business budget of daegu national science museum.

더불어 실무진 및 전문가의 인터뷰를 통한 의견수렴으로 내구연수 평균 4.5년이라는 결과가 이미 도출되어 있다[3]. 이를 바탕으로 대부분의 과학관들이 5년이 지난 전시품들을 노후 전시품으로 규정하고 있다. 또한, 고장률과 투입인력의 경우 대부분의 국립과학관들은 전시품을 관리하는 시스템을 도입하여 월별 고장률과 신속성, 전시품의 투입인력 등을 정량화된 지표로 관리하고 있다. 하지만, 전시품의 선호도의 경우에는 연간 80만 명 이상 방문하는 국립과학관에서 정량화된 데이터를 추출해 내는데 어려움이 있다. 이러한 이유로 관람객 선호도를 관람객 유형과 관람 경로 등으로 구분하여 데이터를 수집하고 분석하여 전시관 공간 설계, 체험형 전시품의 최적화 배치 방안 등의 연구들이 진행되고 있다[4-7]. 하지만 선행된 연구들은 데이터 수집방법에 있어 설문조사 및 관찰추적조사 방법을 활용하고 있으나 이 방법들은 전체적인 수집 표본의 수가 적으며, 다량의 데이터를 확보하는데 많은 시간과 비용이 든다는 단점을 가지고 있다. 또한, 설문조사 기법의 경우 불성실 응답자들을 명확하게 추출하기 어렵다는 문제를 가지고 있다[8].

최근에는 모바일 RFID(radio frequency identification) 시스템 및 모바일 무선통신기술인 비콘(Beacon)을 활용하여 관람객의 경로와 전시관내에 밀집도를 확인하여 전시품에 대한 관람객의 선호도를 파악하고자하는 연구들이 진행되고 있다[9,10]. 이 기술들은 관람객이 발신기기를 소지하고 있다면 수신기가 설치되어 있는 전시장내에서 관람 경로와 머물렀던 장소 등을 시스템으로 확인할 수 있으며 선행된 연구들보다 상대적으로 많은 데이터를 수집할 수 있다. 하지만, 관람객이 반드시 발신기기를 가지고 있어야 하므로 청소년 이하의 관람객이 주로 방문하는 과학관에서는 적합하지 않으며, 발신기기를 제공한다고 하더라도 회수와 유지관리에 어려움이 있어 대부분의 과학관에서 적극적으로 활용하지 못하고 있다.

본 논문에서는 선행된 연구의 데이터 수집방법의 한계를 극복하기 위해, 별도의 기기와 인력 투입이 없이 구글(Google)에서 제작한 딥러닝(deep learning) 기술인 텐서플로(TensorFlow)를 활용하여 국립대구과학관의 전시장을 방문하는 관람객의 체험 시간 및 전시품의 체험인원을 카메라를 통해 확인하

고 자동으로 데이터베이스화 시킬 수 있는 분석 방법을 제안하고자 한다. 제안한 방법은 국립대구과학관의 상설전시관에 있는 전시품을 관람하는 관람객들을 대상으로, 텐서플로를 적용하여 관람객을 자동으로 추출한 후 전시품 체험율과 체험시간을 정형화된 데이터로 추출하고 이를 데이터베이스화하여 전시품에 대한 관람객의 선호도를 확인하는 것이다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 본 연구의 배경이 되는 선행연구 내용을 소개하고, 3장에서 제안하는 분석 방법의 구성 및 특징에 대해서 소개한다. 4장에서는 앞장에서 소개된 분석 방법을 활용한 실험 결과에 대해서 소개한다. 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

## 2. 선행 연구

과학관의 전시품은 미술관이나 박물관에서 나타나는 감상의 형태와는 다르게 전시의 내용을 전달함에 있어서 관람객이 작동하고 체험하도록 하는 적극적인 방법을 주로 사용하고 있으며, 과학관에 방문하는 관람객들이 전시품에 대한 관심과 흥미가 높을수록 관람 시간이 늘어난다[11]. 즉, 관람객이 전시품에 대해 가지는 주의력 또는 집중력을 바탕으로 전시품이 관람객을 얼마나 참여시키는지를 기준하여 전시품이 가지는 선호도를 판단하게 된다[12]. 이처럼 전시품에 대한 관람객의 선호도는 체험형과 현대성을 관람 특성으로 가지고 있는 과학관에서 지속적으로 신규 전시품을 개발하는데 중요한 요소로 작용되고 있다[12,13]. 선호도를 측정하여 관람객과 전시품의 관계를 분석하는 연구들이 진행되고 있으며, 이 연구들은 대부분 설문조사와 관찰추적조사 방법을 활용하여 분석을 위한 데이터를 수집한다[4-7]. 연구 사례를 살펴보면 전시물 관람률과 관람시간에 따라서 관람형태를 분석하는 연구[4]와 관람객 성향을 분류하여 관람경로 및 연출 전략에 대한 연구[5], 전시물 해설이 관람객 유인에 미치는 영향에 대한 연구[6]들 모두 설문조사와 관찰추적조사 방법을 병행하여 활용하고 있다. 이는 기본적으로 관찰추적조사를 통해 관람객이 전시품에 어떠한 반응을 보이는지 관찰자가 데이터를 측정하고 추적 대상인 관람객에 한하여 설문조사를 진행하여 깊이 있는 내용을 확인하는 방법으로 전시장내 환경과 관람객과의 상호작용을 효

과적으로 설명할 수 있다[14]. 하지만, 데이터 수집을 위한 시간과 비용의 문제로 인해 많은 양의 데이터 확보에 한계가 있어 시뮬레이션 기반의 분석을 진행함에 있어서 실제 경험적 데이터로 관람객의 패턴을 드러내기보다는 관람객의 행동을 단순화하여 추정하게 된다는 단점이 있다[15].

최근 과학관이나 박물관에서 데이터 수집의 양을 확대하여 관람객의 정형화된 패턴을 확인하고 분석하고자 하는 연구들이 진행되고 있다. 국내 연구사례를 살펴보면 RFID나 모바일 어플리케이션과 비콘 기술을 활용하여 데이터 수집을 효과적으로 할 수 있는 연구들이 진행되고 있다[9,10]. 이 방법은 관람객이 직접 핸드폰에 어플리케이션을 설치하거나, RFID 인식 장비를 항상 소지하고 있어야하며 관람객이 그 장비를 인식 장치에 반드시 인식시켜야 데이터가 수집이 된다는 단점을 가지고 있다. 또한 루브르박물관을 대상으로 진행한 블루투스 기반의 데이터 수집방법을 통해 관람객의 행동 패턴을 분석하는 연구들이 진행되었으나, 해당 논문에서 확인할 수 있듯이 관람객이 블루투스 사용을 반드시 허용해야 한다는 한계점이 있으며, 실제로 전체 방문객 중에서 8.2%만이 블루투스를 사용했다는 결과를 확인할 수 있었다[15,16].

관람객과 전시품과의 관계를 분석하기 위한 데이터 수집방법을 Table 1과 같이 정리하였다. Table 1에서 확인할 수 있는 듯이 기존 연구에서 사용한 데이터 수집방법은 데이터 표본의 양을 확보하는 어려움과 관람객이 데이터 수집을 위한 원인행위를 반드시 해야 한다는 한계가 있다. 본 논문에서는 관람객의 원인행위 없이 데이터를 자동으로 수집할 수 있는 방법으로 텐서플로의 이미지 추적 기술을 활용하여 과학관을 방문하는 관람객들의 전시품 체험시

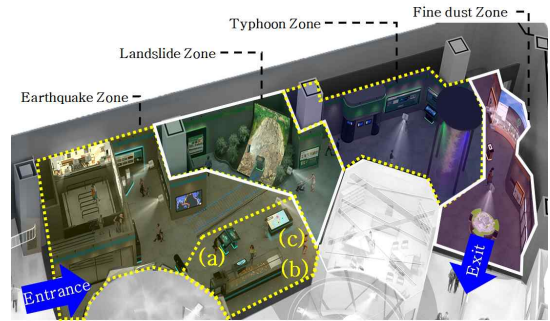


Fig. 1. Daegu National Science Museum Permanent Exhibition\_1 Yellow Line : Test Area, (a), (b), (c) : Earthquake Exhibits.

간을 측정하는 방법을 제안하고자 한다.

### 3. 제안한 텐서플로 기반 전시품 선호도 분석 방법

Fig. 1은 본 논문의 대상이 되는 국립대구과학관 상설전시1관의 자연재해테마 전시관을 모형화한 그림이다. 자연재해테마 전시관은 실물모형 등의 체험형 전시품과 키오스크 기반의 미디어 전시품으로 구성된 일반적인 과학관의 전시 구조를 가지고 있다. Fig. 1에서 관람객은 자연재해테마 전시관에서 먼저 지진 전시에 입장하여 실험 대상 전시품들을 체험하고 산사태, 태풍, 미세먼지 전시를 관람한 후 퇴장한다. 자연재해전시관은 다른 전시관에 비해 관람경로가 자유롭고 다양한 방법으로 연출된 체험형 전시품이 배치되어 있으며, 2020년에 신규로 개관됨에 따라 관람객의 전시참여 비율이 높아 우리의 연구목적인 전시품에 대한 관람객의 선호도를 효과적으로 확인할 수 있다. 그 중 지진전시는 동일한 전시 면적대비 설치된 전시품의 수가 많아 전시품의 밀집도가 높고

Table 1. Characteristic Analysis on Collecting Method of Visitor Data.



Method	Strengths	Weaknesses
Survey [4],[5],[6],[7]	Receiving the Detailed Feedback Classifying the Data According to the Characteristics of Visitors	Consuming Much Time and Cost on Collecting Data Having a Difficulty in Filtering on Response
Observation-Tracking [4],[5],[6],[7]	Measuring the Experience Time Checking the Detailed Circulation Path of Visitors	Consuming Much Time and Cost on Collecting Data
RFID[9], Beacon[10], Bluetooth[15],[16]	Collecting Data Simply Quantifying the Majority of Sample Easily	Having a High Dependency on Visitors Collecting Limited Data by Specific Groups

전시품의 내용이 독립적인 형태로 연계성이 높지 않아 자유롭게 체험이 가능하다는 점에서 연구대상 공간으로 선택하였다.

Table 2는 지진전시 공간에 연구대상으로 선정된 전시품을 보여준다. Table 2에서 (a)전시품은 지진이 발생되었을 때 나타나는 파형인 P파와 S파의 시간을 측정하여 그 시간의 차이로 지진이 발생된 거리를 계산할 수 있는 전시품으로 관람객이 영상을 클릭하며 체험한다. (b)전시품은 지진이 발생되고 나타나는 현상인 지진-해일을 만들 수 있는 전시품으로 지진-해일의 크기를 키오스크를 활용하여 조절하면 5m 크기의 대형 수조에서 지진-해일이 발생되고 해안선에 끼치는 영향을 직접 관람객이 관찰할 수 있도록 제작된 전시품이다. 마지막으로 (c)전시품은 삼각측량법을 통해 진원지를 찾아내는 전시품으로 80인치 크기의 대형 키오스크에 관람객이 관측소가 생성되기를 원하는 지점을 터치하면 각 관측소가 지진을 측정하여 진원지를 찾아내는 전시품이다. 선정된 지진 전시품들은 체험을 완료하기 위한 표준체험시간이 정해져있으며, 전시품의 외관의 크기, 연출방법에 따라 구분되어 있다. 전시품의 표준체험시간이란 전시제

공자가 전시품을 활용하여 관람객에게 정보를 전달하는데 필요한 시간으로 전시품 기획 단계에서 설정한다[17]. 표준체험시간은 (a)전시품이 90초, (b)전시품이 180초, (c)전시품이 120초로 설계되어 있다. (b) 전시품이 작동되는 시간이 (a),(c)전시품보다 상대적으로 높는데, 이는 대형 수조에서 지진-해일이 발생된 이후 수조 좌측에 설치된 카메라를 통해 해안선에 지진-해일이 몰아치는 모습을 영상으로 관찰할 수 있도록 제작되어 체험시간이 많이 소요된다. 또한, 전시품의 크기는 가로 크기를 기준으로 (a)전시품이 1,160 mm, (b)전시품이 6,000 mm, (c)전시품이 2,100 mm로 제작되어 있다. 이는 (b)전시품이 대형 수조가 함께 연동되어 작동하는 형태로 가장 크며, (a)전시품은 과학관에서 일반적으로 사용되는 32인치 단독 키오스크로 가장 작다. 전시품의 작동방법은 모두 관람객이 직접 미디어 영상을 터치하여 정해진 시나리오에 따라 체험할 수 있는 방식이다. 본 논문에서는 연구대상 공간에 배치되어 있는 전시품을 체험하고 있는 관람객에 대하여 제한한 텐서플로 기반의 전시품 선호도 분석 방법을 통해 각 전시품들에 대한 관람객의 선호도를 확인하고자한다.

Table 2. Characteristics of the Earthquake Exhibits.

Description	(a) Exhibit	(b) Exhibit	(c) Exhibit
Exhibit Name	Calculate Seismic Waves	Tsunami	Find the Epicenter
Image			
Standard Experience Time	90 sec	180 sec	120 sec
Experience Method	Touch Kiosk	Touch Kiosk	Touch Kiosk
Scale (mm)	1,160(h) × 620(v)	6,000(h) × 800(v)	2,100(h) × 1,150(v)

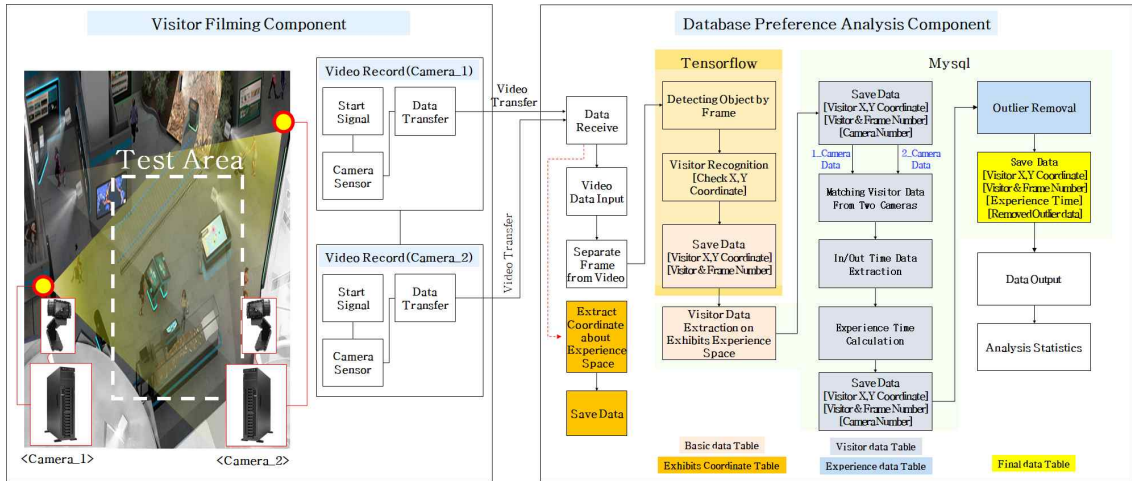


Fig. 2. Workflow of the Proposed Preference Analysis Method using TensorFlow.

Fig. 2는 본 논문에서 제안하는 텐서플로 기반 전시품 선호도 분석을 위해 구축된 하드웨어 플랫폼과 작업과정을 보여준다. 구축된 선호도 분석 플랫폼은 크게 관람객의 전시품 체험 영상을 촬영하기 위한 2대의 관람객 촬영 컴포넌트와 촬영된 영상을 통해 관람객을 인식하고 체험시간을 분석하기 위한 1대의 데이터베이스 선호도 분석 컴포넌트로 구성되어 있다. 카메라 사양은 초당 30프레임(Frame)이며 1920×1080 해상도를 지원한다. 카메라는 Fig. 2의 관람객 촬영 컴포넌트에 나타난 것과 같이 연구대상으로 선정된 전시품들이 배치되어 있는 공간을 서로 마주보고 촬영할 수 있도록 설치되었으며, 카메라 1대만 사용하였을 때 관람객이 서로 겹치는 경우가 발생하여 데이터가 누락되는 현상을 방지하고자 2대의 카메라를 설치하였다. 또한, 데이터베이스 선호도 분석 컴포넌트에서는 두 가지 역할을 수행하는데 카메라에서 촬영된 영상을 받아 텐서플로를 활용하여 영상 내에 관람객을 인식하여 위치좌표를 추출하고, 데이터베이스 관리 시스템인 MySQL[18]을 활용하여 입력된 위치좌표를 통해 관람객의 체험정보를 확인하고 체험시간 등을 분석할 수 있도록 데이터 필터링 과정을 진행하게 된다. 본 논문에서는 카메라에서 촬영된 영상을 데이터베이스 선호도 분석 컴포넌트로 옮기는 과정에서 전시장의 네트워크 환경이 내부 인트라넷을 활용하고 있어 유에스비(USB)를 활용하여 수동으로 옮겨 진행하였다. 본 논문에서는 딥러닝 엔진으로 텐서플로를 이용하여 이미지나 영상에서

객체를 인식할 수 있도록 개발된 Object Detection API를 활용한다. 이는 이미지에서 객체 인식을 위해 Single Shot Multibox Detector(SSD), Convolutional Neural Network(CNN), Region-Based Fully Convolutional Neural Network(R-FCN) 등과 같이 미리 학습된 여러 가지 딥러닝 모델을 사용할 수 있도록 구성되어 있다는 장점을 가지고 있다[19-21]. 제안된 분석 방법에서는 영상 안에서 정해지지 않은 다양한 관람객 객체를 검출해야 하며 관람객의 크기가 다양할 수 있으므로 가벼운 검출 모델인 SSD Mobilenet을 사용하였다. SSD는 Convolution과 Pooling Layer에서 가지는 기하학적인 위치정보를 이용하여 특징을 추출하여 임의의 위치 및 크기의 물체를 검출할 수 있도록 하는 구성 방식이며, Mobilenet은 Depth-wise Convolution과 Point-wise Convolution을 이용하여 기존의 Convolution보다 연산을 줄인 네트워크이다[22,23]. 제안하는 분석 방법에서는 SSD Mobilenet V2를 사용하고, 데이터베이스는 MySQL 5.2.1을 사용하여 미리 학습된 SSD 객체인식 모델을 이용하여 입력되는 영상 프레임 안에서 관람객의 객체를 사각형으로 자동으로 검출하고 관람객의 위치 영역의 좌표를 추출하여 데이터베이스 영역에서 분석하는데 활용하였다.

제안하는 전시품 선호도 분석 방법의 작업과정은 Fig. 2에서 크게 영상 촬영 컴포넌트(Visitor Filming Component)에서 관람객의 체험 모습을 촬영하기 위한 영상촬영 단계(Video Record)를 거쳐, 데이터베

이스 선호도 분석 컴포넌트(Database Preference Analysis Component)에서 입력된 영상을 텐서플로를 활용하여 관람객 객체를 인식하기 위한 객체인식 단계(Visitor Recognition), 인식된 관람객에서 체험 영역에 속해있는 관람객만을 선별하는 필터링 단계(Visitor Data Extraction on Experience Space) 관람객의 체험시간을 계산하기 위한 시간산출 단계(In/Out Time Data Extraction), 불필요한 데이터를 삭제하는 아웃라이어제거 단계(Outlier Removal)로 진행된다.

제안하는 전시품 선호도 분석 방법의 작업과정은 Fig. 2에서 크게 영상 촬영 컴포넌트(Visitor Filming Component)에서 관람객의 체험 모습을 촬영하기 위한 영상촬영 단계(Video Record)를 거쳐, 데이터베이스 선호도 분석 컴포넌트(Database Preference Analysis Component)에서 입력된 영상을 텐서플로를 활용하여 관람객 객체를 인식하기 위한 객체인식 단계(Visitor Recognition), 인식된 관람객에서 체험 영역에 속해있는 관람객만을 선별하는 필터링 단계(Visitor Data Extraction on Experience Space) 관람객의 체험시간을 계산하기 위한 시간산출 단계(In/Out Time Data Extraction), 불필요한 데이터를 삭제하는 아웃라이어제거 단계(Outlier Removal)로 진행된다.

영상촬영 단계(Video Record)에서는 2대의 카메라가 관람객이 전시품을 체험하는 모습을 확보하기 위해 연구대상으로 선정된 공간을 서로 마주보는 형태로 설치되어 일정시간 동안 영상을 촬영하여 저장한다. 이후 저장된 영상을 입력으로 받아 영상 안에

서 관람객을 인식하는 객체인식 단계(Visitor Recognition)에서는 관람객을 검출하기 위해 영상파일을 초당 30프레임으로 분할하는 과정을 거친 후 프레임 단위로 텐서플로의 객체 분석을 수행한다. 객체 분석을 통해 인식된 관람객은 프레임 이미지 안에서 X, Y 좌표로 표기되어 위치정보를 확인할 수 있는데, 관람객의 위치정보는 2차원 이미지 내에서 관람객이 전시품의 체험영역에 포함되어 있는지를 확인하기 위해 필수적인 정보이다. 객체인식 단계에서 추출된 관람객의 위치정보를 활용하여 전시품의 체험영역에 속해있는 관람객만을 선별해내는 필터링 단계를 거치게 된다.

필터링 단계(Visitor Data Extraction on Experience Space)에서 전시품의 체험영역을 확인하기 위한 방법은 Fig. 3과 같다. 연구의 대상으로 선정된 전시품은 체험영역을 사전에 테이프로 표기해 두었고, 두 대의 카메라로 촬영된 영상 이미지에서 표시된 테이프의 각 점점에 해당하는 좌표 값을 확보하여 공간을 지정하였다. 확보된 체험영역의 좌표 값과 관람객의 위치정보를 비교하여 지정된 전시품의 체험영역에 포함되어 있는 관람객만을 선별하는 작업을 진행하고, 2대의 카메라에서 촬영된 관람객의 위치 정보인 X, Y 좌표 값이 다르기 때문에 인식된 관람객이 동일한 사람인지 확인하는 과정을 수행하며 저장된다.

필터링 단계를 통해 선별된 데이터를 활용하여 전시품에 체험하고 있는 관람객의 체험시간을 계산하는 시간산출 단계(In/Out Time Data Extraction)가 진행된다. 시간산출 단계에서는 관람객 개인의 위치

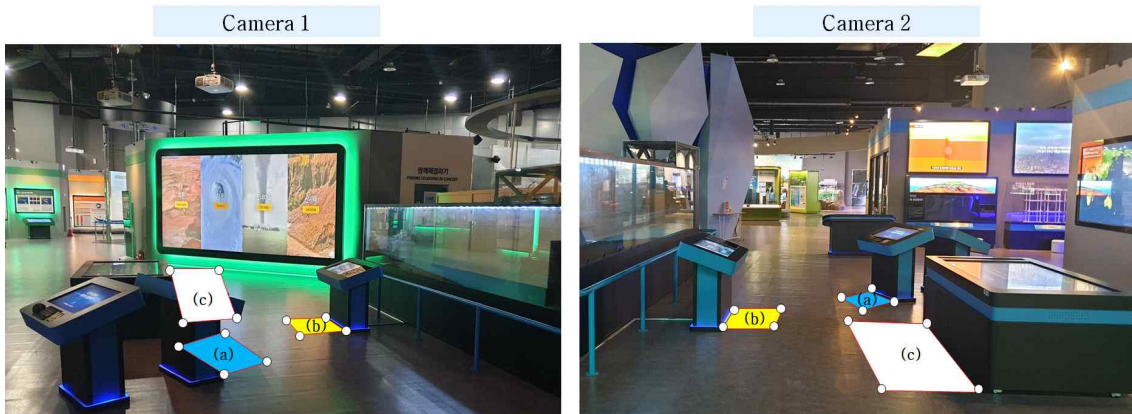


Fig. 3. Composition of Exhibits Coordinate about Experience Area.

값이 전시품 체험영역의 모서리 값에 일치하는 프레임들을 선별하는 과정을 수행한다. 이 과정을 통해 관람객과 전시품들의 체험영역에 대해 일치하는 프레임들이 선별되는데, 여기서 전시품에 따라 프레임들을 분류하여 프레임 번호가 빠른 경우를 입장시간으로 설정하고, 나머지를 퇴장시간으로 설정한다. 입장시간과 퇴장시간을 활용하여 관람객의 체험시간을 식(1)과 같이 계산할 수 있다.

$$\text{Experience Time} = \frac{\text{Difference Between Two Frames Number}}{30 \text{ Frame Per Second}} \quad (1)$$

전시품별로 체험영역의 모서리 값과 관람객의 위치정보 값이 일치하는 프레임에 대해 각각의 프레임 번호의 차이 값을 영상 촬영에 사용된 카메라의 초당 프레임 수인 30fps로 나누게 되면 관람객의 체험시간이 계산되며, 관람객 한 명당 전시품들에 대한 체험시간이 저장된다. 이때, 전시품에 입장시간과 퇴장시간 사이에 있는 관람객 데이터들은 사용되지 않으며, 동일한 관람객의 입장시간과 퇴장시간이 다수 있는 경우에는 중복체험으로 판단하여 각각 저장된다.

저장된 데이터를 바탕으로 불필요한 데이터를 삭제하는 아웃라이어제거 단계(Outlier Removal)가 진행된다. 아웃라이어에 해당하는 경우는 총 3가지로서 첫 번째는 관람객의 입장시간이 없는 경우, 두 번째는 관람객의 퇴장시간이 없는 경우, 세 번째는 관람객이 전시품 체험영역에 5초 이상 머물러 있지 않는 경우이다. 첫 번째와 두 번째는 관람객의 위치정보와 체험영역의 좌표 값이 일치하는 데이터가 없어 체험시간을 계산할 수 없는 경우에 해당한다. 마지막 세 번째는 관람객이 체험을 진행하지 않았다고 판단되는 상황으로서 선행된 연구결과[12,13]에 따라 전시품의 체험영역에 관람객이 5초 이상 머물러 있지 않은 경우를 의미한다. 이러한 아웃라이어에 해당하는 경우를 제거하고 남아있는 최종 데이터를 저장한다.

단계의 작업과정을 통해 저장된 최종데이터는 관람객별 번호, 프레임 번호, 전시품별 체험시간, 카메라 번호를 확인할 수 있으며, 해당 데이터를 바탕으로 전시품의 체험횟수 및 관람객 개인별로 전시품에 머물렀던 시간을 확인할 수 있게 된다. 최종 데이터를 활용하여 관람객의 선호도를 확인하기 위해 관람객이 전시품에 가지는 선호도를 판단하기 위한 표현 방식인 유인력(Attracting Power)과 점유력(Average

Holding Time)의 개념을 도입하였다. 유인력이란 식(2)와 같이 전시품을 체험한 관람객의 비율로서 전시품이 관람객을 끌어들이는 힘을 의미하며, 체험에 대한 기준은 5초 이상 전시품에 머물러 있었을 때 체험이 진행되었다고 본다[12,13]. 또한, 점유력이란 식(3)와 같이 전시품 체험에 참여한 관람객의 평균 체험시간을 나타낸 것이다[12,13].

$$\text{Attracting Power} = \frac{\text{Number of Visitors who become Engaged with the Exhibit}}{\text{Total Number of Visitors who Enter the Exhibition}} \quad (2)$$

$$\text{Average Holding Time} = \frac{\text{Total Time Spent at the Exhibit by Engaged Visitors}}{\text{Total Number of Engaged Visitors}} \quad (3)$$

본 논문에서는 제안하는 분석방법을 활용하여 최종적으로 산출된 데이터를 바탕으로 유인력과 점유력을 계산하여 연구대상에 있는 전시품에 대한 관람객의 선호도를 확인하고자 한다.

#### 4. 실험 결과

본 논문에서는 제안한 분석 방법의 성능을 검증하기 위해서, 국립대구과학관 상설전시1관 자연재해 테마 전시관의 실제 전시환경에 도입하여 전시품에 대한 관람객의 선호도를 도출하였다. 실험에 활용된 전시품은 Table 2에서 제시된 3점의 전시품으로 관람객들이 실제로 체험하는 모습을 촬영하여, 촬영된 영상을 기반으로 분석을 진행하였다.

Table 3은 영상촬영 컴포넌트에서 2대의 카메라

Table 3. Constructed Data using Preference Analysis Method.

Description	Count
Acquired Data from Camera_1	2,653
Acquired Data from Camera_2	2,643
Outlier Data	123
Removed Outlier Data	2,520
Independent Visitors	709
Time Spent at the (a) Exhibit(sec)	81,565
Time Spent at the (b) Exhibit(sec)	301,907
Time Spent at the (c) Exhibit(sec)	133,917

영상으로부터 제안된 수집 방법을 통해 확보된 데이터를 나타낸다. 수집된 데이터는 카메라 영상별로 체험시간 계산이 완료된 데이터와 아웃라이어 현황, 아웃라이어가 제거된 데이터, 체험에 참여한 관람객 현황, 관람객 체험 시간으로 구분된다. 카메라 영상별로 수집된 데이터는 2,653건과 2,643건으로 데이터베이스 선호도 분석 컴포넌트에서 관람객의 체험시간을 계산하는 시간산출 단계를 거친 데이터이다. 수집된 데이터들은 영상을 프레임 단위로 분할한 이미지를 바탕으로 체험시간을 계산하였기 때문에 체험을 진행하고 있는 모습을 나타내는 데이터들은 모두 제외되었다. 또한, 카메라 영상별로 수집된 데이터는 10건의 차이를 보이는데, 이는 멀티미디어를 효과적으로 활용하기 위해 낮은 조도를 활용하는 과학관의 전시환경에서 역광에 의해 관람객 객체가 인식되지 않는 현상들이 발생된 것으로 파악되었다.

10건의 데이터를 제외시키고, 두 카메라 데이터를 하나의 데이터로 일치시켜 2,643건의 관람객 데이터를 확보하였다. 이후 아웃라이어를 선별하여 제거하는 단계에서 3가지 유형의 아웃라이어에 해당하는 경우를 확인한 결과 123건에 해당하는 데이터를 선별할 수 있었다. 선별된 아웃라이어 데이터를 프레임별로 확인한 결과, 관람객이 서로 겹쳐져서 관람객의 고유 번호가 바뀌는 경우와 텐서플로가 관람객을 인식하지 못하는 경우들이 61건 발생하였고, 관람객이 전시품에 5초 이상 머무르지 않고 지나간 경우가 62건으로 확인되었다. 선별된 123건의 아웃라이어 데이터를 제거하는 단계를 거친 후 최종 2,520건의 데이터를 확보할 수 있었다. 2,520건의 데이터는 관람

객이 실험영역에서 이동하여 중복 체험을 진행한 경우에도 추가되며, 중복된 데이터를 제외하고 실제로 전시품을 체험한 관람객의 수는 709명으로 파악되었다. 마지막으로 3점의 전시품에 대해 체험을 진행한 전체 관람객의 체험시간이 확인되었다.

Fig. 4는 전시품별 체험횟수(Experience Count), 체험에 참여한 관람객 인원(Engaged Visitor Count) 그리고 전시품별로 할당되어 있는 표준체험시간을 만족한 체험횟수(Standard Experience Time Count)를 그래프화한 것이다. 체험횟수와 체험에 참여한 관람객 인원의 그래프를 보면 (b)전시품이 다른 (a), (c) 전시품과 비교하였을 때 982건, 676명으로 가장 높게 나타났음을 확인할 수 있었다. 또한 표준체험시간을 만족한 체험횟수의 그래프에서도 (b)전시품이 가장 높게 나타났음을 확인할 수 있었다. 또한, (b)전시품에서 표준체험시간을 만족한 체험횟수가 체험에 참여한 관람객 인원보다 높게 나타났는데, 이는 대부분의 관람객이 체험을 진행할 때 (b)전시품의 작동과정을 끝까지 관람하거나 반복적으로 관람한 것으로 해석된다. 이에 비해 나머지 (a), (c)의 전시품은 표준체험시간을 만족한 체험횟수가 체험에 참여한 관람객 인원보다 적게 나타났는데, 이는 체험에 참여한 관람객이 체험을 진행하는 도중에 흥미를 잃거나 체험방법이 난해하여 전시품이 전달하는 내용을 이해할 수 없는 경우로 체험을 중도에 포기한 관람객이 발생한 것으로 해석된다.

Table 3의 전시에 참여한 관람객 데이터(Independent Visitors)와 전시품별 체험시간(Time Spent at the Exhibits) 그리고 Fig. 4의 전시품별 체험인원

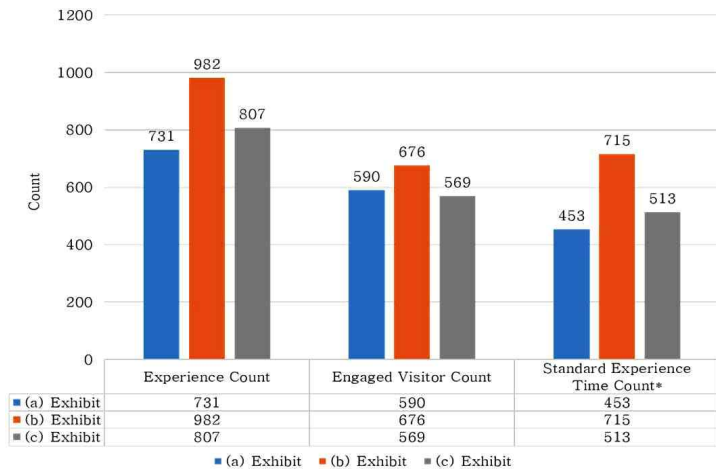


Fig. 4. Graph of Experience Status by Exhibits. Standard Experience Time Count\* = Number of experiences visitors when experience time is more than standard experience time.



Table 4. Values for Attracting Power and Average Holding Time of Exhibits.

Description	(a) Exhibit	(b) Exhibit	(c) Exhibit
Attraction Power (Experience Visitor/Total Visitor)	0.83	0.95	0.8
Average Holding Power(sec) (Experience Time)	112	307	166

(Engaged Visitor Count) 데이터를 활용하여 전시품 3점에 대한 유인력과 점유력을 계산하여 Table 4와 같이 나타냈다. 체험에 참여한 전체 관람객 709명에 대한 유인력은 (a)전시품이 0.83, (b)전시품이 0.95, (c)전시품이 0.8로 계산되었으며 모두 0.8 이상으로 나타났다. 선행된 연구결과에서 진행한 과학관에서 관람객 체험시간에 영향을 주는 체험형 전시품의 특성에 대한 연구[13]에서 가장 높은 유인력으로 나타난 0.72보다 높은 값이다. 이는 실험 대상의 전시품들 모두 관람객을 끌어들이는 힘이 높다는 것을 의미하며, 관람객의 입장에서 전시품들을 마주하였을 때 체험에 참여하고 싶은 흥미를 느낀 것으로 판단할 수 있다. 또한, 점유력은 (a)전시품이 112초, (b)전시품이 307초, (c)전시품이 166초로 계산되었다. (b)전시품의 점유력은 다른 전시품과 비교하였을 때 표준체험시간 더 길다는 것을 고려하더라도 다른 전시품보다 상대적으로 높게 나타났음을 확인할 수 있다. (b) 전시품의 작동방법이 대형 수조와 함께 연동되어 움직이는 전시품으로 단순 터치 영상으로 구성된 (a), (c)의 전시품보다 관람객을 더 오래 머무르게 하는 힘을 가지고 있는 것으로 판단된다. 이는 선행된 전시 유형이 학습, 태도 및 행동에 미치는 영향에 대한 연구 결과[24]에 따라 3차원 조형물 등으로 이루어진 구체적 구성의 전시품이 단순한 텍스트와 그림으로만 구성되어 있는 요약적인 전시품보다 관람객을 끌어들이는 매력과 오래 머무르게 하는 힘을 더 많이 갖고 있다고 한 결과와 일치한다.

제안한 텐서플로를 활용한 전시품에 대한 관람객 선호도 분석 방법으로 연출기법이 다른 세 가지 유형의 전시품을 대상으로 관람객들의 전시품 체험시간과 체험횟수의 데이터를 확보하여 선호도를 판단하는 지표인 유인력과 점유력을 계산하였다. 그 결과 (b)전시품이 관람객을 끌어들이는 유인력과 머무르게 하는 점유력이 가장 높게 확인되었으며, 표준체험시간을 만족한 체험횟수가 실제 체험인원보다 높게

나타나 전시품에 대한 선호도가 다른 전시품에 비해 높다는 것을 알 수 있었다. 또한 (a), (c)의 전시품의 경우 유인력이 높고, 점유력이 표준체험시간보다 높게 나타났지만, 표준체험시간을 만족한 체험횟수가 실제 체험인원보다 적게 나타난 것으로 확인되어 향후 추가적인 검토가 필요할 것으로 관찰됨을 알 수 있었다. 일련의 실험으로부터, 제안한 방법을 적용하여 관람객이 별도의 장치를 소지하지 않고, 관람객을 자동으로 인식하여, 전시품을 체험하는 관람객의 체험시간과 체험횟수를 확보할 수 있을 뿐만 아니라 관람객이 선호하는 전시품을 발굴할 수 있음을 확인할 수 있었다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 실제 관람환경에서 텐서플로를 활용한 전시품 선호도 분석 방법을 활용하여 전시품에 대한 관람객의 선호도를 확인하였다. 그 결과, 선행된 연구에서 선호도 분석을 위해 수집한 전시품에 대한 관람객의 체험시간과 체험횟수 데이터를 제안한 분석 방법을 활용하여 자동으로 수집할 수 있었고, 수집된 데이터를 통해 유인력과 점유력을 계산하여 전시품에 대한 관람객의 선호도를 확인할 수 있었다. 그리고 실물모형이 함께 연동되어 작동하는 전시품은 관람객을 오래 동안 머무르게 한다는 기존의 연구결과와 동일한 경향이 보임을 수치적인 데이터로 확인할 수 있었다. 제안된 분석 방법은 기존의 추적관찰조사나 설문조사기법을 활용하여 과학관에서 관람객의 선호도를 확인하는 기존 연구들에 비해, 짧은 기간 동안 대량의 데이터를 확보할 수 있었으며, 비콘이나 블루투스를 활용한 데이터 수집방법과 비교하였을 때 관람객에 의존적이지 않고 독립적으로 데이터를 수집할 수 있어 관람객의 연령대와 상관없이 표본을 확보할 수 있었다.

그러나 본 논문에서 진행한 실험에서 관람객이 겁

치거나 가려져서 현상을 최소화하기 위해 2대의 카메라를 활용하였으나 실험 데이터를 육안으로 확인해본 결과 카메라가 서로 마주보고 있어 관람객이 가려지는 현상이 간헐적으로 발견되었다. 향후 진행되는 연구에서는 관람객이 가려지지 않도록 카메라의 각도를 변경할 필요가 있으며, 카메라 대수를 추가하여 실험영역을 확대하여 더 다양한 전시품에 대한 관람객의 선호도를 분석할 필요가 있을 것으로 판단된다. 마지막으로 제안한 분석방법으로는 전시품에 대한 관람객의 상세한 피드백을 확인할 수 있는 정성적인 데이터를 확보하기에는 어려움이 있기 때문에 전시관의 중장기 발전방향 등의 심층적인 연구가 필요한 경우에는 설문조사 기법과 병행하여 분석하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

REFERENCE

[1] Ministry of Science and ICT, *A Study for the Policy-making of the Fourth Master Plan to Rear the Science Museums(2019~ 2023)*, 2018-18, 2018.

[2] Ministry of Science, ICT and Future Planning, *A Study for Establishing the Third Science Museums Foster Plan(2014-2018)*, 2013-0607, 2013.

[3] National Science Museum, *Basic Plan to Master Exhibition for Secondary Modernization (2017~ 2021) of Exhibition and Facility*, 2015-11, 2015.

[4] J. Lim and B. Lee, "Analysis of Students' Behavior Patterns in Science Museums according to Watching rate and Watching hour -Focused on the Basic Science Hall in Gwacheon National Science Museum-," *Journal of Research in Curriculum Instruction*, Vol. 18, No. 4, pp. 1011-1032, 2014.

[5] S. Yoon and H. Ju, "A Study on the Exhibition Pathway and Exhibition Strategy According to Visitor Type -Focused on the Gwachen National Science Museum-," *Journal of the Korean Institute of Interior Design*, Vol. 27, No. 6, pp. 188-195, 2018.

[6] J. Do, *The Effects of Science Exhibit inter-*

*pretation on the Attraction of Visitors*, Master's Thesis of Kongju National University, 2017.

[7] S. Hong and Y. Kim, "Research on the Exhibition Evaluation in Science Museum at the Curator's Intent," *Journal of Architectural Institute of Korea*, Vol. 34, No. 1, pp. 31-32, 2014.

[8] W. Park, S. Mah, S. Bae, S. Ji, Y. Lee, and J. Kim, "Careless Responding in Surveys: Detection Methods and the Impact of Screening on Research," *Journal of Korean Academic Society of Business Administration*, Vol. 49, No. 2, pp. 331-364, 2020.

[9] B. Kim, H. Jung, K. Bang, and Y. Ko, "The Design and Implementation of Mobile RFID System Using Indoor Location-Support System," *Journal of The Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, Vol. 33, No. 2(D), pp. 812-817, 2006.

[10] J. Park, Y. Kim, and C. Park, "Design of Walking Management Application based on Beacon in Museum Tour Guide," *Proceedings of The Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, pp. 476-478, 2019.

[11] S. Park, M. Ho, and C. Lim, "Exhibition Methods and Visitors' Behavior in Science Museum," *Journal of Architectural Institute of Korea*, Vol. 31, No. 1, pp. 49-50, 2011.

[12] J. Heo, *A Study of Exhibit-Attractiveness in Natural History Museum Focusing on Visitor Conversation*, Master's Thesis of Seoul National University, 2009.

[13] C. Sandifer, "Technological Novelty and Open-Endedness: Two Characteristics of Interactive Exhibits That Contribute to the Holding of Visitor Attention in a Science Museum," *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 40, No. 2, pp. 121-137, 2003.

[14] Y. Choi, "The Morphology of Exploration and Encounter in Museum Layouts," *Environment and Planning B: Planning and Design*. SAGE

*Publications*, Vol. 26, No. 2, pp. 241-250, 1999

[15] Y. Yoshimura et al., "An Analysis of Visitors' Behavior in the Louvre Museum: A Study Using Bluetooth Data," *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 41, No. 6, pp. 1113-1131, 2014.

[16] Y. Yoshimura, F. Girardin, J.P. Carrascal, and C. Ratti, J. Blat, "New Tools for Studying Visitor Behaviours in Museums: A Case Study at the Louvre," *Information and Communication Technologies in Tourism*, pp. 391-402, 2012.

[17] Y. Yim and H. Hyun, "A Study on the Process of Science Museum Planning - Focused on the Basic Science Section of Gwacheon National Science Museum -," *Journal of Korea Design Forum*, pp. 281-290, 2009.

[18] D. Bae, *Analyzing the Performance Impact of Disk IO Improvements on MySQL Architecture*, Master's Thesis of Hansei University, 2019.

[19] S. Lee, J. Park, and D. Kim, "TensorFlow Object Detection API-based Object Identification Procedure for Effective Street Lamp Power Maintain," *Proceedings of The Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, pp. 1746-1748, 2019.

[20] G. Park and B. Bhandari, "Railway Facility Real-time Intruder Monitoring System Using Computer Vision and Deep Learning," *Journal of the Korean Society for Railway*, Vol. 23, No. 1, pp. 35 - 44, 2020.

[21] T.Y. Lin, et al. "Microsoft COCO: Common Objects in Context," *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 740 - 755, 2014.

[22] W. Kim, F. Dehghan, and S. Cho, "Vehicle License Plate Recognition System using SSD-MobileNet and ResNet for Mobile Device," *Journal of Smart Media*, Vol. 9. No. 2, pp. 92-98, 2020.

[23] G. Kim and J. Baek, "Real-Time Hand Gesture Recognition Based on Deep Learning," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 22, No. 5, pp. 424-431, 2019.

[24] B. Peart. "Impact of Exhibit Type on Knowledge Gain, Attitudes, and Behavior," *Curator*, pp. 220-237, 1984.



**유 준 상**

2013년 서울과학기술대학교 기계설계·자동화공학부(공학학사)  
 2016년~국립대구과학관 전시기획실 재직  
 2019년~경북대학교 기계공학과(석사)

관심분야 : 인공지능, 딥러닝, Human Recognition



**강 보 영**

2004년 경북대학교 컴퓨터공학과 박사  
 2006년 KAIST ICC/서울대학교 박사후 연구원  
 2009년 서울대학교 치의학전문 대학원 연구조교수

2018년~현재 경북대학교 정교수  
 관심분야 : 딥러닝, 강화학습, 인공지능, 협력로봇