

객체의 이동 속도 기반 관심도 레벨 측정 시스템¹

양지윤^{1,0}, 최유주^{2,*}

¹ 서울미디어대학원대학교 VCAR 연구실

² 서울미디어대학원대학교 인공지능응용소프트웨어학과

njs10919@gmail.com, yjchoi@smit.ac.kr

Interest Level Measurement System based on Object Speed

Jiyeon Yang^{1,0}, Yoo-Joo Choi^{2,*}

¹ VCAR Lab., Seoul Media Institute of Technology

² Department of AI Software Engineering, Seoul Media Institute of Technology

*Corresponding Author

요 약

본 논문에서는 웹캠을 이용하여 전시관의 관람객을 추적하고, 그 관람객들의 속도를 추정하여 전시품 앞에서 속도가 줄어드는 것을 이용하여 관심도의 레벨을 추정하는 시스템을 제안한다. 제안 시스템은 관심 관람객의 특성을 분석하기 위하여, 일정 크기의 전시 부스에 설치하는 것을 가정하였다. 제안 시스템은 관찰영역에 진입하는 관객을 인식하고, 관객의 움직이는 속도를 예측하며, 관객의 속도가 관찰 영역내에서 줄어들면서 멈춤 동작을 하는 것을 인식하여 관람객의 관심레벨을 조정하도록 하였다. 웹스 카메라를 이용하지 않고 저가의 웹캠을 이용하므로 전시관에 쉽게 설치하여 적용할 수 있을 것으로 기대한다.

1. 서론

최근 전시관에서 관람객의 관심을 모으는 전시물이나 상품에 대한 정보를 분석하는 연구가 이루어지고 있다. 관람객의 정보를 자동으로 인식하고 이를 기반으로 효율적인 전시 계획을 세우는데 활용하거나 전시가 이루어진 이후 성과 분석으로 사용할 수 있다.

이를 위하여 전시관에 설치된 카메라 영상을 기반으로, 관람객의 행동을 분석하는 연구들이 제시되고 있다. 또한 설문조사 등의 방법이 아닌 자동화된 방법으로 관람객의 특성을 분석하고, 이를 통하여 관람객의 관심레벨을 예측하여, 관심 관람객의 특성을 파악하는 접근 방법들이 관심을 모으고 있다. 이에 본 논문에서는 관심을 가지는 관람객은 관심 전시물 앞에서는 움직이는 속도를 낮춘다는 일반적인 관찰 결과를 기반으로, 관람객의 관심도 분석을 위하여 관람객의 움직임 속도를 예측하고, 움직임이 멈추는 시점을 관찰하여, 멈추는 시점에 관심 레벨을 조정하는 방법을 제안하고, 이를 위한 기본 모듈들을 구현한다.

2. 선행 연구

이 절에서는 관람객 또는 고객의 동선을 추적하여 관심 고객의 특성을 분석하는 기존 시스템의 특성을 분석한다.

2.1 고객들의 데이터를 이용한 가상 쇼핑 동선

실제 고객의 구매 데이터를 이용하여 고객들의 이동 동선을 통해 추정하는 가상 쇼핑 동선 검출 방식이 있다.[1] 하지만 이 방식은 고객의 실구매로 이어지지 않고 관심만 보인 상품들에 대한 관심 동선에 대한 추정이 불가능하다. 또한 실제 쇼핑 동선에 상관없이 구매한 상품의 위치만 연결하고 그 위치들의 평균적인 동선만 구하는 것으로 실제 고객이 움직인 동선과는 많이 동떨어진다.

2.2 RFID 나 모바일 어플리케이션을 이용한 방법

고객들이 특수 장치를 가지고 돌아다니며 동선을 파악하는 방식이 있다. 고객들이 매장에 들어서면서부터 RFID 리더를 통해 고객들의 위치가 자동으로 검출되어 쇼핑하는 위치와 그 동선들이 추출된다. 이때 구현된 쇼핑 동선을 분석해 나온

¹ 본 연구는 문화체육관광부 “관광서비스 혁신성장 연구개발사업”(R2022020105)의 지원에 의하여 수행되었음

정보와 기존에 고객들이 구매했던 내역을 기반으로 특정 상품에 대한 선호도를 계산해낼 수 있다.[2] 국내 연구사례에서는 RFID 나 모바일 어플리케이션을 활용한 데이터 수집 연구들이 진행되고 있다.[3,4] 그러나 이 방식은 고객이나 관람객이 RFID 인식 장비를 항상 소지하거나 직접 핸드폰에 어플리케이션을 설치해야 하며, 관람객이 인식 장비에 소지하고 있는 장치를 인식시켜야만 데이터가 수집되기 때문에 모든 관람객에 대한 정보를 모으기에는 어려움이 있다. 실제로 루브르 박물관을 대상으로 한 블루투스 기반 데이터 수집 방법을 통한 연구가 진행되었으나 실제 방문객의 8.2%만이 블루투스를 사용했다.[5,6]

2.3 설문조사와 관찰 추적 조사를 병행하는 방법

전시물의 관람 비율과 관람시간에 따라 관람 형태를 분석하거나 관람객의 성향을 분류하고 관람객의 경로와 전시의 연출의 연관성에 대한 연구도 이루어지고 있다.[7,8] 이러한 방법의 경우 관람객에게 전시 외에 설문조사를 위한 준비가 있어야 하므로 시간과 비용의 문제가 생길 수 있다. 또한 시뮬레이션 기반의 분석을 진행하므로 관람객들의 경험을 데이터화 하여 패턴을 구한다는 것보다는 관람객의 행동을 단순화하여 추정한다는 단점이 있다.[9]

3. 제안 시스템 개요

본 연구에서 제안하는 것은 관람객이나 고객이 특별한 장비를 착용하거나 소지할 필요없이 카메라를 이용해 관람객의 움직임 패턴을 파악하고 행동 특성 및 움직임 속도를 기반으로 전시된 제품에 대한 관심도를 측정하는 방법을 제안한다.

3.1 YOLOv4 모델을 이용한 객체 탐지 및 트래킹

YOLOv4 는 객체탐지 모델 중 대표적인 모델로 실시간으로 빠르게 객체탐지를 할 수 있는 것이 특징이다. 미리 훈련된 모델을 사용하여 객체들을 구분하고 각 객체가 id 가 부여 받을 수 있도록 트래킹을 한다. 다음은 실시간 영상의 프레임을 이용하여 트래킹을 하는 알고리즘의 수도 코드이다.

Tracking Algorithm – pseudo code

Input : video_frame, center_points_list, previous_center_points
Output : tracking_object_dict

```
(1) boxes = detect(video_frame)
(2) for each box in boxes
(3)     calculate center point with (x, y, width, height)
(4)     append to center_points_list
(5) end
```

```
(6) if video_frame is first frame
(7)     for point in center_points_list
(8)         tracking_object_dict[id] = point
(9)         id++
(10)    end
(11) end
(12) else
(13)     if length(tracking_object_dict) <= length(center_points_list)
(14)         for id, point in tracking_object_dict
(15)             for i, point2 in center_points_list
(16)                 calculate distance between
                    point & point2
(17)                 find the shortest distance
(18)                 update
                    tracking_object_dict[id] = point2
(19)             end
(20)             if shortest distance > threshold
(21)                 tracking object lost
(22)             end
(23)         end
(24)     end
(25) else
(26)         for id, point in center_points_list
(27)             for i, point2 in
                    tracking_object_dict
(28)                 calculate distance between
                    point & point2
(29)                 find the shortest distance
(30)                 update
                    tracking_object_dict[id] = point
(31)             end
(32)         end
(33)         if tracking_object_dict not assigned
(34)             tracking object lost
(35)         end
(36)     end
(37) for points in center_points not assigned
(38)     assign new tracking object
(39) End
```

인풋으로는 비디오의 프레임, 추적된 객체의 중심점, 이전 화면의 중심점이 있다. 비디오의 프레임에서 YOLO 모델을 이용해 객체를 찾은 후 각각의 중심점을 구한다. 이전 화면에서 찾았던 중심점과 비교했을 때 거리가 가장 작은 점을 기준으로 그 객체의 중심점을 업데이트 해준다. 이러한 방식으로 계속해서 객체를 추적한다.

3.2 관객 이동 속도 측정

관람객의 추적을 통해 id 가 부여되고 나면 추적된 객체들의 이동 속도를 측정하는 것이 필요하다. 각 객체들의 속도를 계산하기 위해 실제 객체와 카메라 사이의 거리, 사람의 실제 너비, 프레임 속 사람의 너비를 이용해서 초점 거리를 구한다. 이 초점 거리를 사용해서 각 프레임마다 구해지는 사람의 너비를 계산하여 실제 카메라와의 거리를 계산하고 그 거리를 기준으로 움직이는 속도를 도출해낸다. 그림 1 과 그림 2 를 비교해보면 움직이는 사람과

정지해 있는 사람의 속도가 확연히 차이가 나는 것을 볼 수 있다.



(그림 1) 움직이는 사람의 속도 측정



(그림 2) 정지해 있는 사람의 속도 측정

3.3 멈춤 행동 인식 및 관심도 레벨 조정

관람객의 이동 속도가 특정 속도 이하로 내려가게 되면 전시물 앞에 서서 관심을 보이는 행동으로 볼 수 있다. 이를 이용하여 특정 속도 이하로 내려가는 시간을 측정하여 일정 시간 유지가 된다면 그 관람객의 관심도 레벨을 올려서 전시품에 관심을 보인다고 판단한다.

4. 결론

본 논문에서는 웹캠을 이용하여 관람객을 탐지하고 그 속도를 측정하여 전시회 속에서 많은 관람객이 전시품에 얼마나 관심을 가졌는지 이 시스템을 통해 알아낼 수 있다. 그러나 웹캠을 이용하였기 때문에 많은 관람객이 지나갈 때 화면 상에 겹치게 되면 depth 를 측정할 수 없기 때문에 정확한 추적을 할 수 없게 된다.

추후에 이러한 문제를 해결하기 위해 관람객의 이동 방향을 적용하여 두 사람이 화면에 겹쳤다가 겹침이 풀어졌을 때, 각 객체의 유사도를 적용하여, 유사도가 높은 객체의 id 를 이어받음으로써

안정적으로 객체 추적이 이루어지도록 추적 모듈 개선을 진행하고 있다.

참고문헌

- [1] Justus H. Piater, Stephane Richetto and James L. Crowley, "Event-based Activity Analysis in Live Video using a Generic Object Tracker," IEEE International Workshop on PETS' 2002, Vol. 3, No. 1, 2002.
- [2] Keun-Soo Lee, "Design and Implementation of Intelligent Agent System Using Environment and Customer's Profiles Analysis based on RFID," Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol. 12, No. 10, 10 pp, 4624-4631, 2011
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [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.