JESK J Ergon Soc Korea 2023; 42(3): 269-287
https://dx.doi.org/10.5143/JESK.2023.42.3.269
https://jesk.or.kr eISSN:2093-8462

A Study on the Eye Tracking to Improve the Usability of Kiosks for Seniors

Yuan Shin[1], Hyun K. Kim[2,3], Gayoung Kim[3], Minjung Kang[4], Kijung Ryou[5], Taejoon Park[5]

[1]The National Program for Excellence in SW, Kwangwoon University, Seoul, 01897
[2]School of Information Convergence, Kwangwoon University, Seoul, 01897
[3]Department of Artificial Intelligence Application, Kwangwoon University, Seoul, 01897
[4]Digital Policy team, Seoul Digital Foundation, Seoul, 03909
[5]Brain&Research Innovation, Seoul, 06097

고령층 친화 키오스크 사용성 개선을 위한 시선 이동 분석 연구

신유안[1], 김현경[2,3], 김가영[3], 강민정[4], 류기정[5], 박태준[5]

[1]광운대학교 소프트웨어중심대학 사업단
[2]광운대학교 정보융합학부
[3]광운대학교 인공지능응용학과
[4]서울디지털재단 디지털정책팀
[5]브레인앤리서치

Corresponding Author
Hyun K. Kim
School of Information Convergence,
Kwangwoon University, Seoul, 01897
Email : hyunkkim@kw.ac.kr

Received : May 09, 2023
Revised : May 23, 2023
Accepted : June 08, 2023

Copyright@2023 by Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

Objective: This study aims to analyze the eye movement of kiosks for the elderly in order to contribute to improving the convenience and usability of kiosks for the elderly.

Background: The number of kiosks is increasing rapidly with the trend of digitally transformed society and increasing consumption patterns of non-face-to-face purchases. As technology advances, the number of seniors who have difficulty using kiosks is increasing. While research and systems related to kiosk usability are focused on improving the convenience of the disabled, there is a need for research and systems for the elderly.

Method: A group of 10 younger (control group) and 10 older (experimental group) users performed eight tasks using a 'café' kiosk. During the tasks, eye-tracking devices were used to measure and analyze data on gaze share, gaze frequency, and path of gazing at the kiosk display, and in-depth interviews were conducted along with behavioral observations.

Results: The success rate was lower for the younger group than the older age group, and the task execution time was more than double for the older age group compared to the task execution time for the younger age group in most of the tasks. It was found that older adults required twice as much eye contact to complete kiosk tasks compared to younger adults and older adults have a narrower field of vision and a lot of unnecessary staring. The elderly has difficulty with foreign language and terminology.

Conclusion: The study analyzed eye-tracking data and identified several usability issues. Improvements include placing content at the right height and angle of the gaze, minimal information and features, automatic and responsive screen design,

emphasis and attention, and use of plain language. Based on the findings of this study, follow-up studies are needed to verify their effectiveness.

Application: This study can be used in the future when designing a universal kiosk for the elderly.

Keywords: Eye-tracking, Senior, Kiosk, Digital literacy, Usability

1. Introduction

1.1 Background

디지털 전환 사회의 시대적 흐름과 비대면 구매 소비 패턴 증가에 따라 무인정보단말기(이하 '키오스크') 수가 급증하고 있다. 공공기관 외에 병원, 은행, 마트, 영화관 등 민간기관은 앞다투어 키오스크 매장 설치를 확장하고, 음식점, 커피숍 등 일상생활 전반에 키오스크 시장이 성장하고 있다(Kim and Choi, 2022). 비대면·무인시스템으로 전환 속도가 빨라지면서 키오스크를 이용한 주문의 어려움을 겪는 디지털 소외계층이 기술발전만큼 증가하고 있다. 한국지능정보사회진흥원(NIA)은 기존의 '무인정보단말기 접근성 지침'을 개정하기 위한 사업 및 2021년도 무인정보단말기(키오스크) 정보접근성 개선 지원사업을 추진 중에 있다(National Information Society Agency, 2021). Lee et al. (2023) 연구에서는 장애인들을 대상으로 포커스 그룹 인터뷰를 수행함으로써, 키오스크 사용 시 발생 가능한 접근성과 사용성 문제점들을 확인해보았다. 하지만 대부분의 정책 및 이전 연구들이 장애인의 접근성에 초점을 두고 있어 고령자에 대한 고려는 부족한 실정이다. 통계청에 따르면 우리나라는 초고령화 사회로 진입하였고 고령자와 청장년간 디지털 격차 또한 심화될 것으로 예측하고 있다(Yang and Im, 2020). 고령자는 안정된 경제력으로 더욱 활발하게 소비 생활과 여가 생활을 즐기고 있지만, 디지털 정보가 다양해짐에 따라 디스플레이에서 받아야 할 정보가 많아지고 있다(Kim et al., 2022). 디지털 소외는 사회적 고립감, 일상생활의 범위 한계성, 자기효능감 저하 등 삶의 질을 떨어뜨리는 요인 중 하나이다(Kim and Choi, 2022; Shin and Joo, 2019). 디지털 소외 현상을 가장 많이 경험하는 집단 중의 하나는 고령층으로(Kim and Shim, 2020), 고령층은 현재 일상생활 중 다양한 키오스크 이용 실패로 부정적 경험을 하고 있기에(Kim, 2021), 고령자에게 친화적인 디자인 연구와 대책 마련이 시급한 상황이다.

1.2 Purpose of this study

본 연구에서는 시선 이동 분석 기법을 활용하여 고령층 사용자가 키오스크 이용 시 경험하는 장애 요인을 분석하고, 키오스크 접근성·사용성을 증대시키기 위한 개선 요인을 도출하는 것을 목적으로 한다. 청장년층(대조군) 대비 고령층(실험군) 사용자의 키오스크 디스플레이 응시하는 시간, 시선 방향 및 시선 이동 패턴 등을 분석하여, 고령자들이 시각인지 능력 저하로 겪게 되는 불편함을 정량적으로 확인하고자 한다. 추가적으로 사용자 인터뷰를 통해 키오스크 이용 시 발생하는 장애 요인 및 사용 편의성을 분석하고자 한다.

2. Literature Review

2.1 Previous literatures on kiosks

키오스크란 정보 서비스 및 업무의 자동화를 위해 사용자들이 쉽게 이용할 수 있도록 설치하는 무인단말기이다(Song, 2020). 키오스크를 사용하는 고령층의 니즈를 반영하여 필수적으로 검증되어야 할 사용자 경험 관련 장애 요인을 확인하기 위해 선행연구를 조사하였다. 고연령자들은 키오스크를 통한 주문 시 1) 메뉴를 찾는데 소요되는 시간이 증가하고, 2) 주문을 변경하고 취소하는 단계를 어렵게 느끼고, 3) 네비게이션 이용 시 버튼 찾기를 어렵게 느끼며, 4) 그림과 글씨가 잘 보이지 않는 어려움이 조사되었다(Korea Consumer Agency, 2020; Lee et al., 2021; Shin et al., 2022). 이외에도 키오스크 이용에 소요되는 시간이 증가할수록 뒷사람을 신경 쓰고 주변인의 시선으로 인한 불편 사항에 대한 심리적인 문제도 제시되었다(Yoon and Ha, 2021; Jeong and Yu, 2022; Jeong et al., 2022).

Kim and Nam (2021)의 연구에서는 키오스크 주문 과정의 복잡한 단계, 외래어 메뉴명, 다음 페이지나 단계로의 이동, 팝업 창, 불확실

한 버튼, 다양한 결제 방식 등의 소프트웨어 측면의 방해 요인을 도출하였다. 이 과정을 통해 도우미 서비스, 현금결제 도입, 고령친화적 언어제공, 간편모드, 단계표시 내비게이션, 슬라이드 메뉴판, 버튼의 피드백, 가독성 높은 텍스트 등을 제시하여 사용성 개선안을 도출하였다. Hong and Choi (2019)는 고령자들이 선호하는 키오스크 사용자 인터페이스(User Interface; UI) 디자인으로 아웃라인 또는 솔리드 형태의 버튼, 이미지와 텍스트가 결합된 버튼, 일관성 있는 시선 흐름과 동일 방향의 레이아웃, 최소 메뉴 수와 안내 정보, 세로 형태의 메뉴 배열과 기능별 칼라 사용을 제시하였다. Shin and Lim (2022)의 연구에서는 코레일 키오스크를 대상으로 장노년층 대상 태스크 수행 관찰 및 사후 인터뷰를 통해 화면 구성의 복잡함, 단계별 이동의 어려움 등 복잡한 사용 절차와 많은 선택 요소에 대한 문제점을 도출하였다. 개선안으로 필수적인 기능을 수행할 수 있는 간단한 키오스크 개발과 인지적 특징을 고려한 단어 및 일관성 있는 UI 구성, 현재 작업의 수행단계 표시, 원색의 칼라 사용에 대해 제시하였다.

선행연구 논문들은 키오스크의 사용성을 향상시키기 위해 불필요한 기능과 단계를 줄이거나 색상, 아이콘, 글꼴 등 시각적 요소를 개선하는 측면이 필요하다는 사실을 입증하였다(Shin et al., 2022). 인터페이스 디자인 사용성에 영향을 미치는 요인으로는 가시성, 시선과의 거리, 색상, 피드백, 반응 속도 등이 있고, 이러한 인지적 어포던스를 정밀하게 설계하는 것이 중요하다(Kim, 2014; Hwang and Choi, 2022; Jung, 2021). 선행연구들은 고령자의 키오스크 이용 경험 중 문제점과 개선방안에 포괄적인 연구 결과를 제시하였지만(Sung et al., 2019; Jeong and Yu, 2022; Sin and Lim, 2022), 비디오 관찰, 설문조사, 인터뷰 등의 방법론 만을 사용하여 문제 요인을 파악하는 것은 객관적이고 세밀한 데이터 수집이 어렵다는 한계가 있다(Seo, 2017).

최근 연구는 사용성 관점에서 UI 관련 연구가 기술의 발전으로 사용자와 양방향 인터랙션의 범위로 연구가 확대되고 있는 단계이다(Kim, 2021). 따라서 본 연구는 인터뷰나 설문조사로는 얻기 힘든 과학적 조사 측정 방법을 활용하여 사용 과정의 장애 요소를 파악하기 위해 아이트래커를 활용하여 개선 요인에 대해서 실증연구를 수행하고자 한다.

2.2 Previous literatures on eye trackers

사람은 시각에 의존하여 많은 것을 인지하고 있다. 시선 이동 분석기술은 아이트래커(시선 추적 장치)를 활용하여 사용자의 눈동자의 움직임을 추적하는 기술이며 시선의 이동을 추적하는 기술이다(Kurzhals et al., 2014). 이러한 시선 이동 분석기술을 활용하여 사용자들의 행동 특성을 분석한 다양한 논문들이 존재한다(Lee et al., 2018; Kim et al., 2020; Park et al., 2021; Min, 2022).

Kim (2021)의 연구에서는 변화하는 미디어 시장에 적응하지 못하는 중장년층 대상으로 OTT 서비스를 활용할 때 문제점에 대해 조사하였다. 중장년층은 주의력이 분산되는 시지각적 특성으로 시각적 피드백 방식에 대한 어려움이 있다. 중장년층이 어려워한 부분은 커서와 아이콘의 시각적 피드백, 검색의 깊은 구조, 어려운 용어, 네비게이션, 스크롤 등 이였다. 또한 중장년층은 실험을 수행 시 측정된 객관적 지표에 비해 주관적 설문에는 실험 난이도가 쉽다고 대답하는 경향을 보였다(Cho et al., 2019).

Yang (2020)의 연구에서는 시니어는 키오스크 사용 시 시선이 분산되고 집중도가 떨어지고 피로도는 증가함을 확인하였다. 시니어는 대상보다는 색상에 반응하기에 직관적인 어포던스를 적용하고 필요 정보만 좁은 시야각에 맞게 상단에 위치하는 것을 제시하였다. 또한 Yang and Lim (2020) 연구에서는 시선 이동 횟수와 디지털 리터러시는 상관 관계가 있고, 디지털 리터러시가 높은 고령자는 시선 이동 횟수가 적다는 것을 확인하였다(Yang and Im, 2020).

고령층은 청년층과는 달리 노화로 인한 구분되는 신체적 특징을 가진다. 가장 두드러진 특징은 시야 범위의 축소(Yang, 2020)와 신경세포의 기능 감소로 인한 주의 집중능력 감퇴(Kim and Kim, 2005)이다. 고령층이 키오스크를 사용하는데 있어 주의의 폭(scope of attention)이 좁아 시각적 주의의 효율성이 떨어져 탐색 범위에 제약이 생기고, 탐색시간이 길어지고, 정확도가 낮아진다(Kim and Choi, 2022). 이러한 선행연구들은 고령자의 시지각적 특성을 아이트래킹으로 분석하는 것이 왜 중요한지를 알려주는 지표이다.

아이트래킹은 시선의 고정(Fixation), 순간적 이동(Saccade), 시선 추적(Gaze Pursuit), 주시경로(Gaze Path) 등 정교한 데이터를 분석하고 정량적인 시각화가 가능한 도구이다(Kurzhals et al., 2014; Yang, 2020). 다양한 연구 분야에서 눈의 움직임, 시선 행동 및 동공 확장을 조사하기 위하여 많이 활용되고 있는 실정이다(Seo, 2016; Hwang et al., 2022; Holmqvist et al., 2023).

본 연구는 고령층이 일상생활에서 자주 사용하지만 가장 큰 어려움을 느낀다고 한 '카페' 키오스크(Seoul Digital Foundation, 2021)를 개선 대상으로 선정하여 고령층과 청장년층 대상으로 시선 추적 장비를 이용하여 두 집단의 수행단계별 사용자 행동을 추적 관찰하고자 한다. 시각적인 요소에 대한 탐색과 고령자들의 수행단계별 흐름 관찰을 통한 사용상의 이슈 파악은 고령자의 긍정적인 사용자 경험 기준의 객관적인 자료로 활용 가능성이 있을 것으로 기대한다. 키오스크 선행연구 결과와 아이트래킹 선행연구로 도출된 결과를 종합하여 고령층 친화 키오스크 사용성 개선을 위한 키오스크 시선 이동 분석을 위한 과업과 인터뷰 문항을 설계하였다.

3. Methods

3.1 Participants

본 연구의 실험은 60세 이상 고령층 10명(실험군), 20~39세 저연령층 10명(대조군)을 대상으로 실험을 진행하였다. 실험군의 평균나이는 67.4세(SD=4.0)이고, 성별은 남성 4명, 여성 6명으로 구성되었다. 대조군의 평균나이는 33.4세(SD=3.4)이고, 성별은 남성 5명, 여성 5명으로 구성되었다. 모든 피실험자는 직간접적으로 키오스크를 사용한 경험이 있는 사용자로 모집되었다. 일주일에 키오스크를 사용하는 빈도는 고령층의 경우 평균 3.1회, 저연령층은 평균 4.6회로 조사되었다. 본 실험은 광운대학교의 생명윤리위원회의 승인을 받고 진행되었다(승인번호: 7001546-202201202-HR(SB)-011-05).

3.2 Prototype

실험에 활용된 프로토타입은 키오스크 서비스 유형 중 고령층 사용 빈도가 높은 카페 키오스크를 대상으로 선정하였다. 실제 카페에서 사용되는 키오스크 시스템을 사용하였으며, 시스템의 모습과 스크린 화면 예시는 Figure 1과 같다. 키오스크는 22인치 화면 크기로, 터치를 통해 입력이 가능했다. 해당 키오스크 시스템은 화면 상단의 메뉴 카테고리(Menu category)를 이용해 왼쪽, 오른쪽 화살표를 눌러 메뉴의 대분류를 탐색하고 선택할 수 있다. 페이지 중앙의 메뉴들은 페이지네이션(Pagination) 버튼을 이용하여 더 많은 메뉴들을 탐색할 수 있다. 각 메뉴를 클릭 시 메뉴에 대한 기본옵션(Required option)과 추가옵션(Additional option)을 선택하고 장바구니에 담을 수 있다. 장바구니에 담은 메뉴들은 화면 하단의 주문내역에서 확인할 수 있으며 플러스, 마이너스 버튼을 이용해 수량을 조절하고 엑스 버튼을 이용해 상품 취소가 가능하다. 그 후 주문하기 버튼을 눌러 주문내역을 확인 후 결제를 진행할 수 있다.

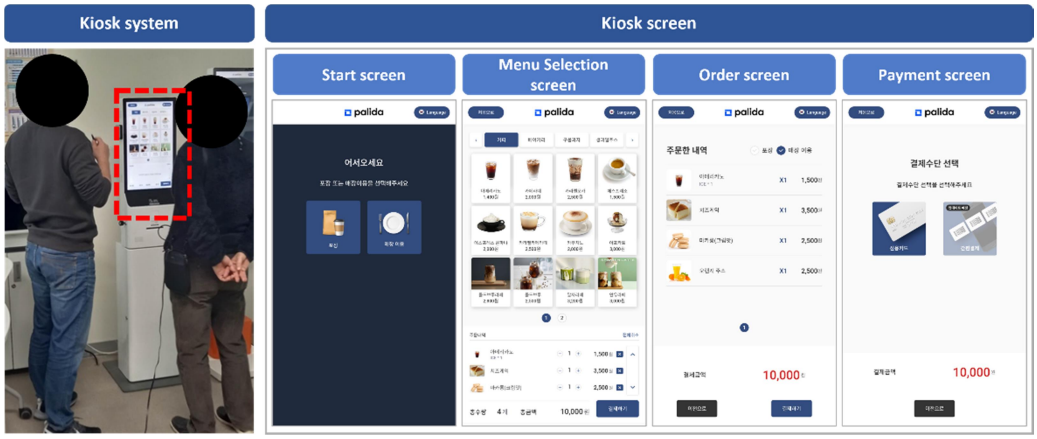


Figure 1. Kiosk system (left) and kiosk screen (right) used in the experiment

3.3 Procedure

본 연구는 총 8종류의 과업을 실험한 후, 사후 인터뷰 과정을 진행하였다. 사용자들은 고글 형태의 시선 추적 장비를 착용하여 연습

단계와 본 실험단계로 구분하여 진행되었다. 실험에 들어가기 앞서 사용자들은 시선 추적 장비를 착용하였고, 사용자 시선 캘리브레이션(Gaze calibration) 과정이 진행되었다. 연습단계에서는 키오스크 사용이 가능한지 여부를 확인하고 단 건 구매와 음료 2잔 복수 구매의 두 가지 과제를 수행하도록 하였다. 이후 본 실험단계에서는 Table 1의 8종류의 과업을 순서대로 진행하였다.

Table 1. Eight tasks performed in this experiment

#	Task name	Scenario
1	Simple selection	Order 1 [Cheesecake]
2	Change the menu category	Order 1 [Chocolate ice cream]
3	Pagination	Order 1 [Vienna coffee]
4	Order with required options	Order 1 [Strawberry juice] without ingredient
5	Order with additional options	Change the [Cappuccino] to a large size and add cinnamon power twice
6	Change quantity	Order 2 more [Chocolate ice cream]
7	Cancel from the order list	Cancel [Cappuccino] from order.
8	Payment	Pay for your order

과업 실험이 종료된 후에는 1:1 심층 인터뷰를 진행함으로써 이용에 대한 전반적 만족도와 개별 과제에 대한 의견을 수집하여 참여자 니즈와 최종 개선 방향을 도출하였다. 진행 시간은 한 명의 피실험자 별 총 1시간~1.5시간이 소요되었다.

3.4 Method for extracting and recording gaze data

사용된 시선 추적 장비는 ET vision (Argus Science LLC, USA), Glasses pro2 (Tobii AB, Sweden)이다. 분석하고자 하는 부분을 공간적 단위인 AOI (Area of Interest)로 지정한 후, 피험자가 과제를 수행하는 동안 AOI 별 시선 점유율, 체류시간, 방문시각, 응시 등의 데이터를 수치화하였다. 데이터 교정은 Tobili의 1 point calibration, ET vision의 9 point calibration 방식으로 진행하였다. 시선 추적 데이터는 MATLAB을 이용하여 각 AOI에 포함된 fixation의 개수, 체류시간(dwell time), 최초 방문시각 등을 계산하였으며, 피험자 그룹별 결과를 종합하여 AOI 별 방문 순서 등을 추출하였다. 히트맵(Heat map)을 활용하여 스냅 샷에 시선 데이터를 매핑하였고, 색이 붉을수록 해당 지점에 시선이 많이 머무른 곳이며, 색이 초록에 가까울수록 시선이 많이 머무르지 않은 영역으로 표시하였다.

3.5 Measurement

시선 데이터, 객관적 데이터, 그리고 주관적 데이터의 세 카테고리의 데이터를 수집하였다. 시선 데이터를 측정하기 위하여 시선 점유율, 시선 이동 경로, 최초 도달 시각의 항목을 활용하였다(Table 2). 객관적 데이터를 수집하기 위해 수행 성공률, 수행 소요시간(초), 클릭 횟수를 수집하였다(Table 3). 주관적 데이터를 측정하기 과제 용이성 항목을 정의하고 0(전혀 동의하지 않음)~100점(매우 동의함) 척도를 활용하여 점수를 수집하였다(Table 4).

Table 2. AOI gaze data

Metric	Definitions
Gaze share per AOI	AOI gaze count per screen / Gaze total for AOI *100
Gaze paths	Connect in order of average first arrival time by AOI.
First arrival time	Time to first actual eye contact

Table 3. Metrics and definitions for measuring objective data

Metric	Definitions
Performance success rate (%)	Success in less than 15 seconds, fail after 15 seconds
Time to perform (sec)	Total time spent on a task
Touch count	Number of touches in a task

Table 4. Questionnaire for subjective satisfaction

Metric	Questionnaire
Ease of use	Did you find it easy to perform the task?

4. Results

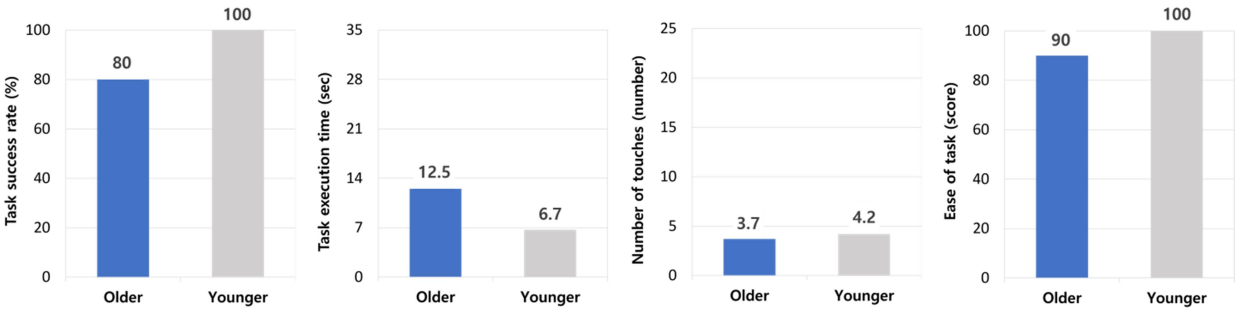
본 장에서는 저연령층(대조군) 대비 고령층(실험군)이 키오스크 이용 시 경험하는 장애 요인을 파악하기 위해 사용성 평가를 진행한 과제수행 결과를 기술하였다. 8개의 과업 별 시선 추적 데이터, 객관적 평가 항목 및 주관적 설문 항목을 분석한 후[Section 4.1] 이후 인터뷰를 통해 수집된 주요 코멘트를 바탕으로 디지털 활용능력을 요약하였다[Section 4.2].

4.1 Experimental results by task

Table 1에 명시된 8개의 과업 별 행동 관찰 조사 결과를 분석하였다. 과업 별 과제 성공률 및 난이도를 그래프로, 시선분포 및 점유율은 히트맵 그래프로 정리하였다. 각 과업 별 화면에서 터치가 필요한 영역은 빨간색 네모로 표시하였으며, 시선의 흐름은 히트맵 위에 파란색 화살표를 통해 결과를 표현하였다. 파란색 화살표는 각 AOI 별 '평균 최초 방문시각'이 빠른 순서로 선을 연결한 것으로 그룹의 전반적인 시선 이동 경로를 나타낸다.

4.1.1 Simple selection

[Task 1. Simple selection] 과업에 대한 분석 결과는 Figure 2와 같다. 과제 성공률은 고령층이 80%로 저연령층에 비해 20% 낮고 과제수행 시간도 12.5초로 저연령층과 비교하여 약 2배 느리게 나타났다. 또한 고령층의 과제 터치 수는 평균 3.7(회), 과제 용이성은 90점으로 확인되었다.



(a) (b) (c) (d)

Figure 2. Task success rate (a), task execution time (b), number of touches (c), ease of task (d) in Task 1

TASK 1에 대한 사용자들의 시선분포와 영역별 점유율, 그리고 시선 흐름은 Figure 3과 같다. 고령층은 탐색 목표가 명확하고 단순할 경우(시작화면) 목표물에만 시선을 집중시키는 경향이 있었고(Figure 3-A), 커피의 제품목록 영역을 탐색하는 데 시선이 분산되는 경향을 보였다(Figure 3-B). 베이커리1의 화면에서 치즈케익을 주문하는 경우, 저연령자는 치즈케익 선택 후 주문내역 확인 영역으로 이동하였으나(Figure 3-F), 고령자의 경우 카테고리 – 치즈케익 – 주문내역 확인 영역으로 이동(Figure 3-C)로 이동하였다.

Figure 3. Heatmap and gaze movements of the older (a) vs the younger group (b) in Task 1

4.1.2 Change the menu category

[TASK 2. Change the menu category]에 대한 분석 결과는 Figure 4와 같다. 과제수행 결과는 고령층의 경우 성공률은 60%로 저연령층 대비 40%가 낮고, 과제 수행 시간도 16.7초로 저연령층 대비 약 3배 이상 느리게 나타났다. 또한 고령층의 과제 터치 수는 평균 3.8(회), 과제 용이성은 74점으로 확인되었다.

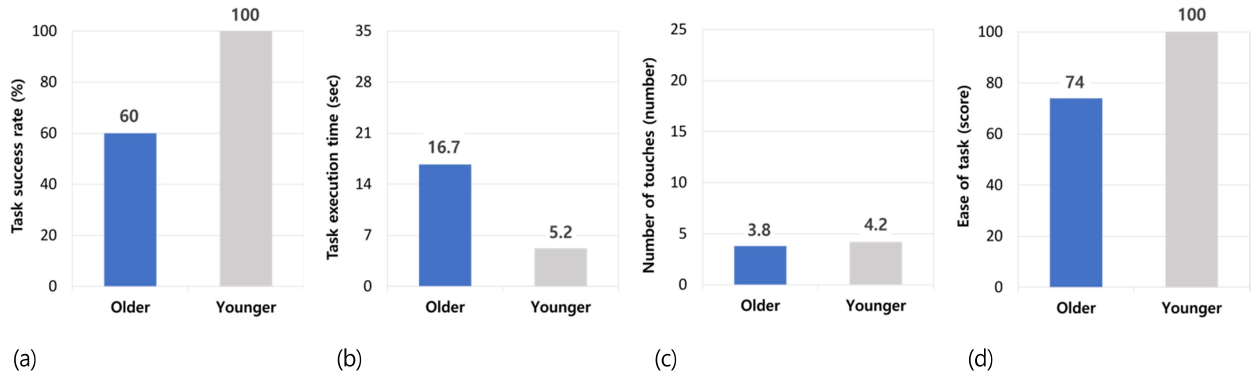
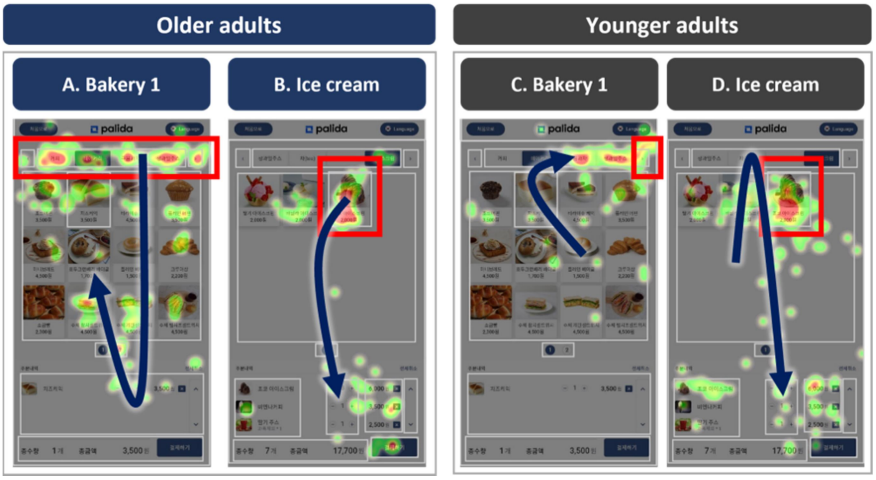


Figure 4. Task success rate (a), task execution time (b), number of touches (c), ease of task (d) in Task 2

TASK 2에 대한 시선분포, 영역별 점유율을 확인해 본 결과, 메뉴 카테고리를 찾아야 하는 과업에서 저연령층에 비해 시선이 키오스크

화면 전반에 분산됨을 확인할 수 있었다(Figure 5-A).

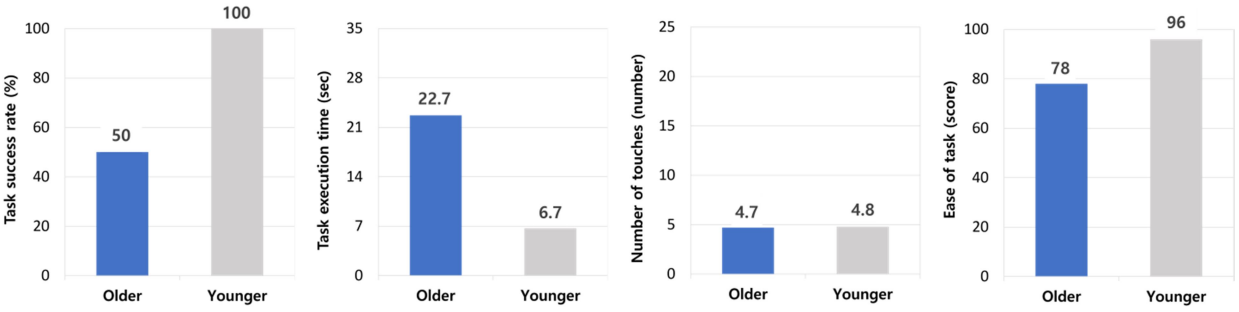


(a) (b)

Figure 5. Heatmap and gaze movements of the older (a) vs the younger group (b) in Task 2

4.1.3 Pagination

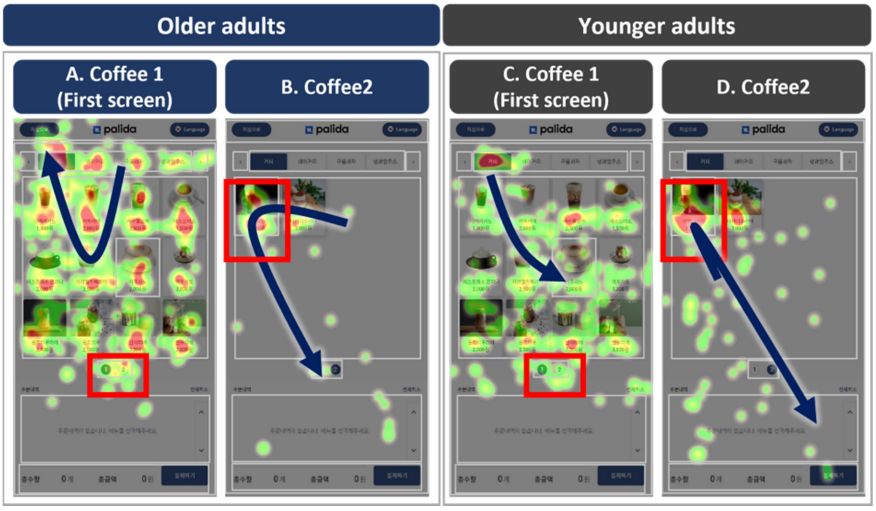
[TASK 3. Pagination]에 대한 객관적/주관적 항목 분석 결과는 Figure 6과 같다. 고령층의 경우 성공률은 50%에 머물렀으며, 과제 소요시간도 22.7초로 저연령층 대비 약 3배 이상 소요되었다. 고령층의 터치 수는 4.7회, 과제 용이성은 78점으로 분석되었다.



(a) (b) (c) (d)

Figure 6. Task success rate (a), task execution time (b), number of touches (c), ease of task (d) in Task 3

고령층은 저연령층에 비해 커피1(첫화면)에서 페이지네이션 버튼을 찾는 데 어려움을 느껴, 화면 전반적으로 시선이 넓게 분산됨이 분석되었고, 카테고리 영역에서 시선 흐름이 계속 머무름을 확인되었다(Figure 7-A). 커피2 화면에서 비엔나 커피 메뉴 선택 후, 저연령층은 주문내역을 확인함에 반해(Figure 7-D), 고령층은 주문내역을 확인하지 않는 경향을 보였다(Figure 7-B).

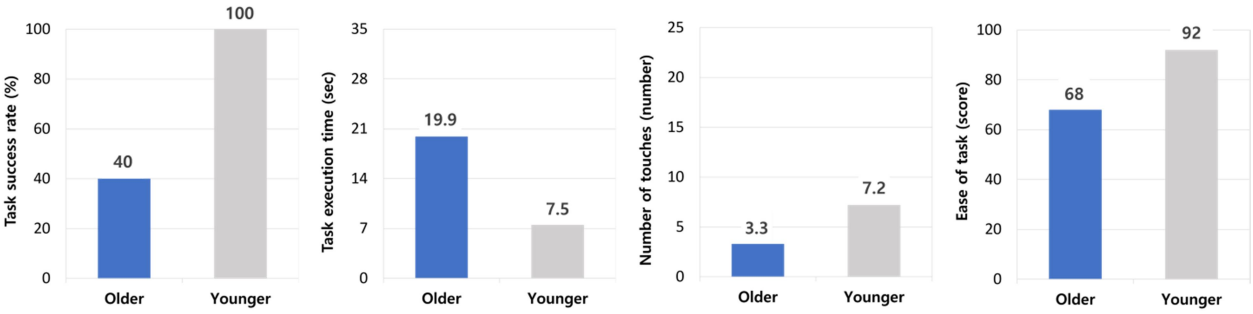


(a) (b)

Figure 7. Heatmap and gaze movements of the older (a) vs the younger group (b) in Task 3

4.1.4 Order with required options

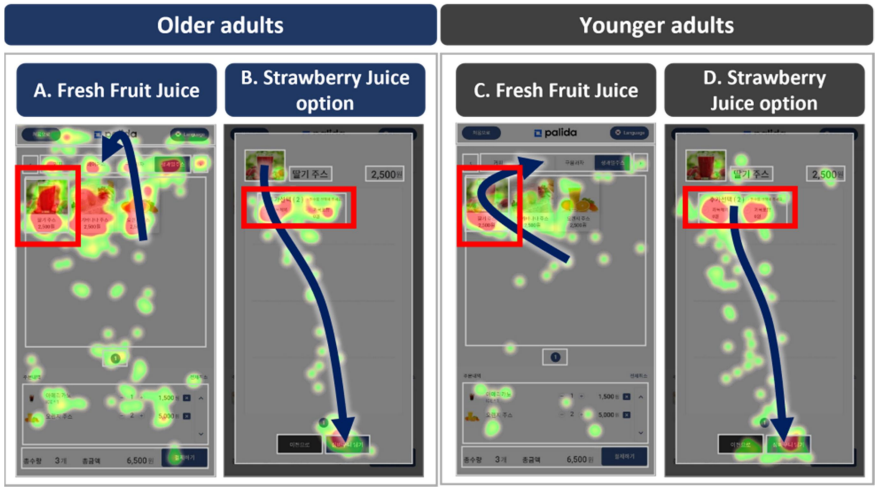
[TASK 4. Order with required options] 과업에 대한 객관적/주관적 항목 분석 결과는 Figure 8과 같다. 고령층의 과제 성공률은 40%로 저연령층 대비 60% 낮고, 과제 수행시간은 19.9초로 저연령층 대비 약 2배 이상 소요하였다. 과제 용이성 또한 68점으로 매우 낮았다.



(a) (b) (c) (d)

Figure 8. Task success rate (a), task execution time (b), number of touches (c), ease of task (d) in Task 4

시선분포 및 영역별 점유율을 확인해보면, 생과일주스 페이지에서 과도한 탐색이 발생하였음을 확인하였고, 여전히 과업과는 관계없는 메뉴 카테고리를 탐색하는 현상이 발생하였다(Figure 9-A).

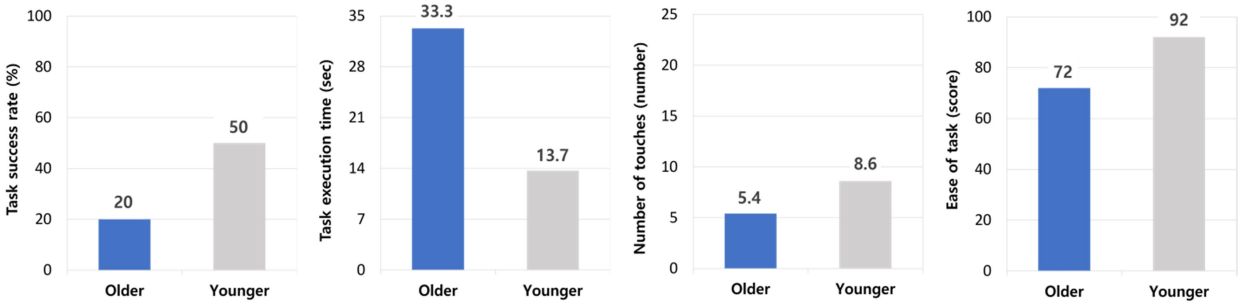


(a) (b)

Figure 9. Heatmap and gaze movements of the older (a) vs the younger group (b) in Task 4

4.1.5 Order with additional options

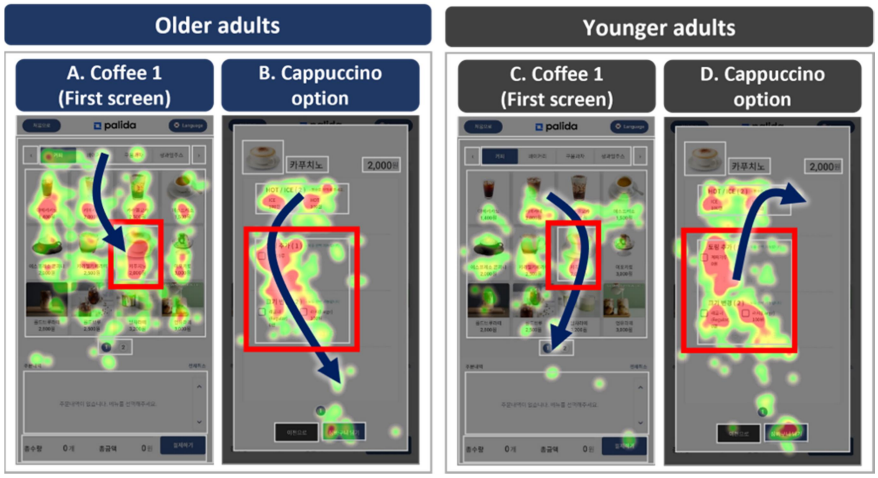
[TASK 5. Order with additional options]에 대한 객관적/주관적 분석 결과는 Figure 10과 같다. 해당 과업은 고령층의 경우 성공률이 20%, 저연령층의 경우 성공률이 50%로 매우 낮았다. 과제 소요시간은 고령층이 33.3초로, 저연령층 대비 약 2배 이상 소요되었다. 고령층의 과제 터치 수는 5.4(회), 과제 용이성은 72점으로 분석되었다.



(a) (b) (c) (d)

Figure 10. Task success rate (a), task execution time (b), number of touches (c), ease of task (d) in Task 5

시선분포 및 영역별 점유율은 고령자는 다수의 메뉴목록에서 탐색을 시도할 경우, 저연령층에 비해 글자와 이미지를 함께 탐색하는 경향을 보였다(Figure 11-A & B).

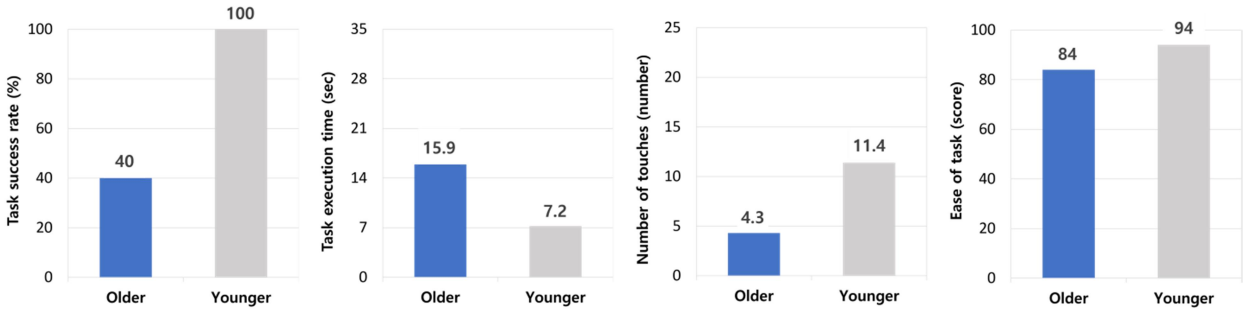


(a) (b)

Figure 11. Heatmap and gaze movements of the older (a) vs the younger group (b) in Task 5

4.1.6 Change quantity

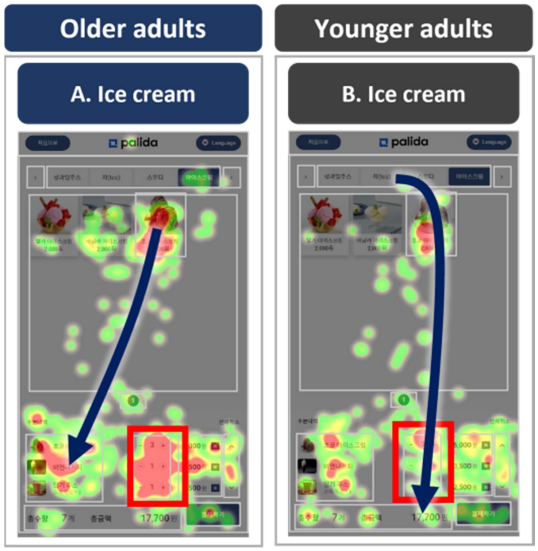
[TASK 6. Change quantity]에 대한 객관적/주관적 분석 결과는 Figure 12와 같다. 고령층은 과제 성공률이 40%로 저연령층 대비 60% 낮은 성공률을 보이고, 과제 수행시간은 15.9초로 2배 이상 소요되었다. 고령층의 과제 터치 수는 4.3회이고, 과제 용이성은 84점으로 분석되었다.



(a) (b) (c) (d)

Figure 12. Task success rate (a), task execution time (b), number of touches (c), ease of task (d) in Task 6

TASK 6에 대한 시선분포 및 영역별 점유율은 고령층는 [주문내역 수량]을 탐색하는 위치에서 시선 점유율이 높아 내용을 파악하는데 시간이 많이 소요하였다(Figure 13-A).

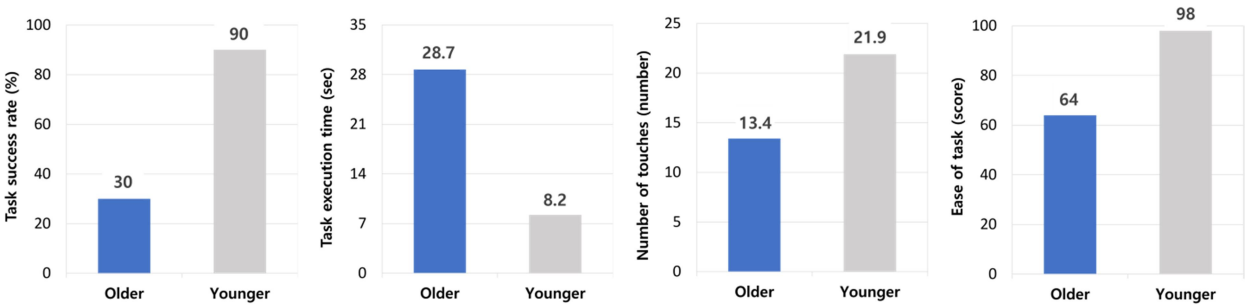


(a) (b)

Figure 13. Heatmap and gaze movements of the older (a) vs the younger group (b) in Task 6

4.1.7 Cancel from the order list

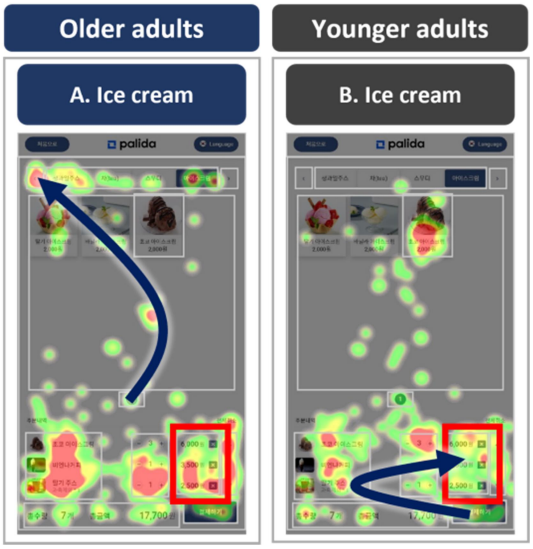
[TASK 7. Cancel from the order list]에 대한 객관적/주관적 분석 결과는 Figure 14와 같다. 고령자의 경우 과제 성공률이 30%로 저연령층 대비 성공률이 60% 가 낮고, 과제 수행시간은 28.7초로 약 3배 이상 소요되었다. 과제 용이성 또한 64점으로 매우 낮았다.



(a) (b) (c) (d)

Figure 14. Task success rate (a), task execution time (b), number of touches (c), ease of task (d) in Task 7

시선분포 및 영역별 점유율은 고령자는 주문내역의 전체 부분에서 시선이 오랫동안 머물었음을 확인할 수 있었고, 주문 취소와는 관계없는 화면의 상단 메뉴 카테고리 부분 또한 시선이 머무름을 확인하였다(Figure 15-A). 저연령층의 경우 주문 취소를 위해 결제/주문관리 관련 영역에서만 시선 흐름이 머무른 것을 확인하였다(Figure 15-B).

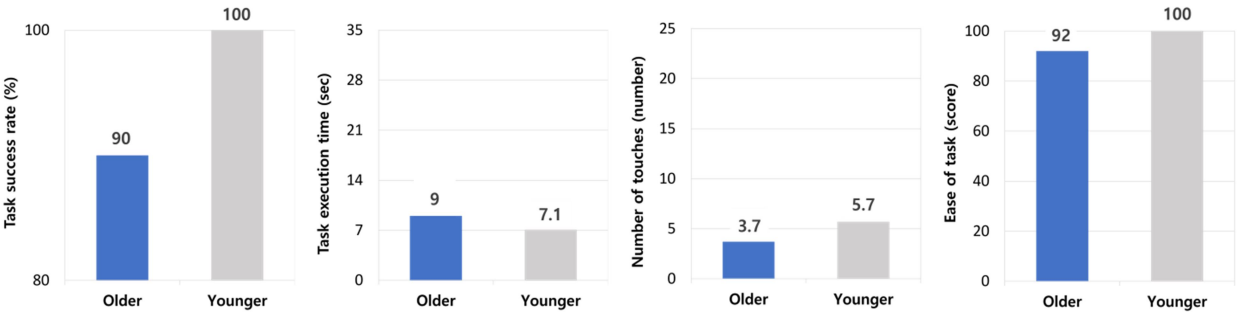


(a) (b)

Figure 15. Heatmap and gaze movements of the older (a) vs the younger group (b) in Task 7

4.1.8 Payment

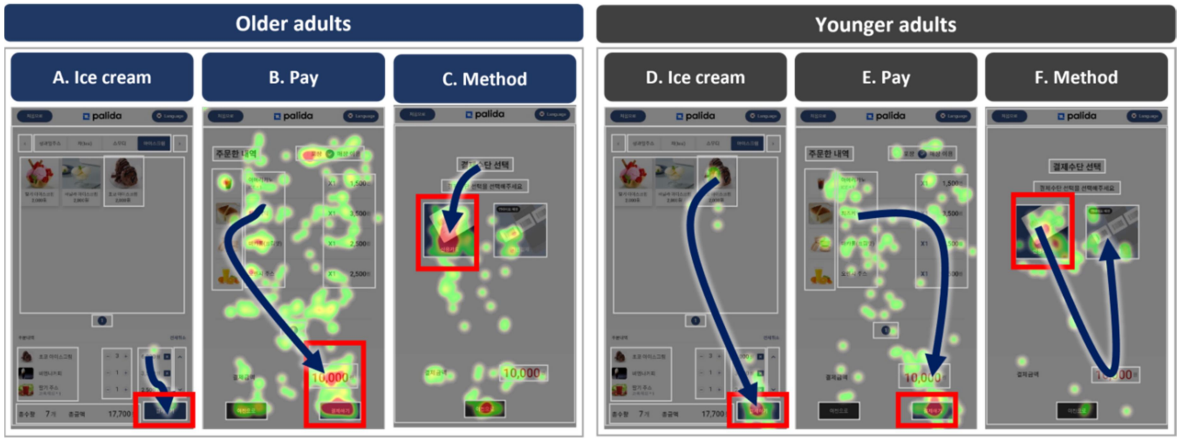
[TASK 8. Payment]에 대한 사용자들의 시선분포와 영역별 점유율, 그리고 시선 흐름은 Figure 16과 같다. 고령층의 과제 성공률은 90%로 매우 높게 나타났고, 과제 소요시간은 9.0초로 확인되었다. 과제 터치수 는 3.7회, 그리고 과제 용이성은 92점으로 매우 높은 점수를 보였다.



(a) (b) (c) (d)

Figure 16. Task success rate (a), task execution time (b), number of touches (c), ease of task (d) in Task 8

시선분포 및 영역별 점유율은 고령층은 최종 결제 전 금액을 다시 한번 확인하는 단계를 거쳤다(Figure 17-B).



(a) (b)

Figure 17. Heatmap and gaze movements of the older (a) vs the younger group (b) in Task 8

4.2 Summary of interview results

고령층은 이미지와 글자의 크기 및 색상 등 디자인이 명확하고, 아이콘이나 버튼과 같은 시각적 표시의 일관성, 자신이 원하는 주문에 상응하는 터치를 유도할 수 있도록 표현이 되길 바라는 것으로 분석되었다. 또한 안내 문구 등 보조 장치의 필요성을 언급하고 사용자에게 맞게 UI가 변경되는 가변적인 모드에 대한 니즈가 수집되었다. 또한 고령층의 경우, '라지'와 '레귤러' 용어 이해에 대한 어려움이 수집된 점을 보아, 키오스크 관련 용어 이해도가 낮은 것을 확인할 수 있었다(Task 5 in Table 5). 이에 고령층의 키오스크 리터러시는 저연령층에 비해 UI 디자인과 용어 이해도의 두 영역 모두 낮은 편으로 파악되었다.

Table 5. Key opinions gathered through the interview

#	Opinions
Task 1	Make the menu categories (e.g. bakery, coffee, etc.) stand out.
Task 2	I didn't realize it was a touchable button, and it would have been nice to see some sort of visual emphasis.
	It would be nice to have all menu categories displayed on one screen.
Task 3	The page numbers didn't stand out and I couldn't tell if there was a next page.
	I was confused because the top categories are arrows, and the page moves are numbers.
Task 4	It would be nice to be able to choose an option right away without having to go through a step to select it.
Task 5	I know large, but I don't know regular. It's hard because there are a lot of foreign words.
	Ice and hot should be labeled above the drink image to make it easier to choose.
Task 6	I didn't realize there was an adjust quantity button under the cart
Task 7	It's more intuitive to see the word 'cancel' than an 'x'"
	It would be nice to have an x icon for global cancellations, just like for individual cancellations
Task 8	I'd like to see the division of each section more clearly expressed.

5. Discussion

5.1 The results of eye tracking

본 연구에서는 고령자에게 좀더 친화적인 키오스크 환경을 개선하기 위하여 자주 사용되는 8종류의 과업에 대해 시선 추적 및 소요시간 분석을 통해 키오스크 사용성을 평가하기 위한 실증연구를 진행하였다. 이번 연구에서 아이트래킹으로 시선 이동 분석 결과 주요 발견은 다음과 같다.

첫째, 고령층은 탐색 소요시간이 길고 응시를 오래하는 경향이 있다. 각 주문 과정에서 목표에 도달하여도 안내 문구 및 제품 이미지 등 모든 정보와 기능을 탐색하며 꼼꼼히 확인하는 흐름을 보였다. 예를 들어 [Task 6. Change quantity]의 경우, 주문내역 부분에서 수량을 변경하는 버튼 외의 모든 영역에 오랫동안 시선이 머무른 것을 보아, 전반적으로 저연령층 대비 모든 정보를 꼼꼼히 확인하는 경향이 확인되었다(Figure 13-A). 이로 인해 더 많은 수행시간이 소요되어 시각적인 피로도가 높다.

둘째, 고령층은 단계가 많아지고 화면이 바뀌는 카테고리 이동이나 페이지내이션에 대해 어려움이 크다. 예를 들어 [Task 3. Pagination]에서 버튼을 인지하지 못하여 저연령층 대비 화면을 오랫동안 탐색한 경향을 보인다(Figure 7-A). 또한 Task 1[기본 선택]에서 상단 메뉴바에서 베이커리 메뉴로 이동해야 하는 부분을 인지하지 못하여 저연령층 대비 커피 메뉴 화면을 오랫동안 탐색한 것을 확인하였다(Figure 3-B).

셋째, 정보 탐색 시 텍스트, 아이콘, 이미지 중에서 이미지 중심으로 화면을 탐색하는 경향이 높다. 모든 task의 히트맵에서 저연령층 대비 이미지에 시선 점유율이 높음을 확인하였다. 예를 들어 [Task 4. Order with required options]의 '생과일주스' 화면에서 저연령층에 비해 고령층은 메뉴의 이미지를 오래 확인한 경향이 있다(Figure 9-A).

넷째, 아이콘(e.g., '+', '-', 'x' 등)으로 수량변경이나 주문 취소 시 가독성이 낮은 텍스트와 버튼의 최소화된 디자인은 고령자의 시선이 분산되며 집중도가 떨어진다(Figure 13-A, Figure 15-A).

다섯 번째, UI 디자인과 용어의 이해도에 대한 어려움이 도출되었다. Table 5의 주요 인터뷰 결과를 확인해보면, 버튼 UI에 대한 이해에 어려움을 겪었고, 특히 숫자를 통한 페이지 이동, 화살표를 통한 카테고리 이동에 많은 어려움을 보였다. 또한 외래어로 표기된 메뉴에 대한 이해도도 낮음이 확인되었다.

5.2 Directions for kiosk design improvement

본 연구의 분석 결과에 따른 키오스크 디자인 개선 방향은 다음과 같다. 첫째, 키오스크 화면의 불필요한 정보와 기능을 줄여 주의집중력을 향상시켜야 한다. 고령자는 탐색 목표가 명확하고 단순할 경우 목표물에만 시선을 집중하여 높은 성공률을 보이지만, 전체 화면의 내용을 꼼꼼히 확인해보는 경향이 있다. 둘째, 강조와 주목, 통일감(위치, 형태, 색상) 등 자동적이고 즉각적인 화면 설계로 사용유도성(Affordance)을 높인다. 고령자는 눈높이 위주로 탐색하는 행동 특성과, 이전 Task 수행을 통한 학습효과로 불필요한 시선 점유가 줄기 때문이다. 셋째, 다음 행동을 유도할 수 있는 시선유도형 버튼, 확실한 피드백 등 상호 인터랙션으로 전달력을 높인다. 시각정보에 의한 인지의 불확실성으로 행동결정이 지연되기 때문이다. 넷째, 수량 조절, 취소 기능에서 텍스트와 아이콘을 병행하고 이미지 중심으로 탐색하는 행동양식을 반영한다. 인터뷰 결과, 아이콘만으로는 UI 기능을 이해하지 못한 어려움이 확인되었다. 다섯 번째 용어의 한글화이다. 인터뷰 결과 고령자가 혼돈을 줄이고 행동을 유도할 수 있게 일상생활에서 관용적으로 사용하는 단어 사용이 이루어져야 할 것이다. 여섯 번째, 고령자의 키오스크 리터러시는 낮은 편으로 파악되어 안내문과 도움말 서비스에 대한 제고도 필요해 보인다. 마지막으로 키오스크 사용이 어려운 고령자가 주문 과정이 길어짐에 따라 뒷사람이 기다리는 것에 대한 심리적인 부담감은 탐색량을 줄여 소요시간을 단축하면 어느 정도는 해결될 것으로 기대한다.

6. Conclusion

본 연구는 키오스크 사용에 어려움을 겪고 있는 고령자의 장애요인을 파악하기 위하여 시선 추적 장치로 얻은 데이터를 분석하여 사고적인 오류를 최소화하고 객관적으로 방법으로 검증하였다. 분석 결과와 인터뷰로 키오스크 개선을 위한 장애 요인을 도출하고, 그에 따른 키오스크 사용성 개선안을 제시하였다. 고령층의 노화의 특징인 시지각적 특성을 중점으로 키오스크 사용성을 평가한 이전 연구는 많지 않다. 본 연구가 고령층의 시각적 탐색의 불편함을 줄이기 위한 방안의 초석이 되기를 기대한다. 다양한 매장의 키오스크를 평가하지 않은 점이 본 연구의 제한점이며, 해당분야를 더 발전시키기 위해서는 여러 매장과 다양한 브랜드의 키오스크 시스템의 사용성을 평가하는 후속 연구가 필요할 것이다. 향후 이번 연구 결과인 사용성 평가 주요 결과 및 인터뷰 내용을 종합하여 고령층의 키오스크 이용 장애 요인으로 판단되는 인터페이스를 개선하고 그 효과를 검증하기 위한 후속 연구가 필요하다.

Acknowledgement

This work supported by Seoul Digital Foundation. Also this work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. NRF-2021R1F1A1063155).

References

Cho, H., Powell, D., Pichon, A., Kuhns, L.M., Garofalo, R. and Schnall, R., Eye-tracking retrospective think-aloud as a novel approach for a usability evaluation. *International Journal of Medical Informatics*, 129, 366-373, 2019.

Holmqvist, K., Örbom, S.L., Hooge, I.T., Niehorster, D.C., Alexander, R.G., Andersson, R., Benjamins, J.S., Blignaut, P., Brouwer, A.M., Chuang, L.L., Dalrymple, K.A., Drieghe, D., Dunn, M.J., Ettinger, U., Fiedler, S., Foulsham, T., Geest, J.N., Hansen, D.W., Hutton, S.B., Kasneci, E., Kingstone, A., Knox, P.C., Kok, E.M., Lee, H., Lee, J.Y., Leppänen, J.M., Macknik, S., Majaranta, P., Martinez-Conde, S., Nuthmann, A., Nyström, M., Orquin, J.L., Otero-Millan, J., Park, S.Y., Popelka, S., Proudlock, F., Renkewitz, F., Roorda, A., Schulte-Mecklenbeck, M., Sharif, B., Shic, F., Shovman, M., Thomas, M.G., Venrooij, W., Zemblys, R. and Hessels, R.S., Eye tracking: empirical foundations for a minimal reporting guideline. *Behavior Research Methods*, 55(1), 364-416, 2023.

Hong, S.Y. and Choe, J.H., A Study on the Kiosk UI Reflecting the Elderly's Characteristics. *Journal of the Korea Contents Association*, 19(4), 556-563, 2019.

Hwang, H.H. and Choi, Y.M., Affordance Elements According to the Usability of the Interface of Immersive Virtual Reality Clinical Skill Content. *Journal of the Korea Contents Association*, 22(6), 307-318, 2022.

Hwang, M.K., Kwon, M.W., Lee, S.H. and Kim, C.Y., A Study on the Gaze Flow of Internet Portal Sites Utilizing Eye Tracking. *Journal of the Korea Convergence Society*, 13(2), 177-183, 2022.

Jeong, M. and Yu, E., Improving the Kiosk User Experience: The Psychological Factors of the Elderly. *Archives of Design Research*, 35(3), 08, 2022.

Jeong, W.Y., Seo, K.W. and Kim, J.E., The digital fairness experiment in a virtual reality environment. *Proceedings of the HCI KOREA 2022*, 142-146, 2022.

Jung, K.H., Convergence study of UI affordance and user's Cognition type (UCT) for immersion in using non-face-to-face learning applications. *The Korean Society of Science & Art*, 39(3), 435-448, 2021.

Kim, B.R., OTT service interface design proposal based on usability test (Masters dissertation), Kookmin University, Seoul, 2021.

Kim, D.Y., Kim, S.R., Jeong, M. and Ji, Y.G., Analysis of Interruptions and Multitasking Patterns of Nurses' Charting: Based on the Eye-Tracking Data, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 39(4), 345-356, 2020.

Kim, G.H. and Choi, S.H., Effect of technical capability on visual attention in kiosk use situations. Focusing on the mediating effect of technology self-efficacy. *Discourse and Policy in Social Science*, 15(2), 79-105, 2022.

Kim, H.J., Kiosk Service Failure: An Exploratory Study on Seniors' Struggles with Kiosk Service. *Journal of Consumer Studies*, 32(4), 135-158, 2021.

Kim, H.S. and Shim, J.S., Digital Literacy of Elderly People and Social Activities. *Korean Journal of Policy Analysis and Evaluation*, 30(2), 153-180, 2020.

Kim, M.Y. and Kim, H.J., A study on concept definition of Universal user interface design for computer operating system for elderly users. *Proceedings of the HCI KOREA 2005*, 1185-1192, 2005.

Kim, M., Jeong, Y. and Lee, J., Development of Experience Quality Evaluation Index related to Display Products for Seniors, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 41(6), 561-580, 2022.

Kim, S.H., A Study on Affordance Design to Induce User's Cognitive Experiences -Focus on Smart UI Usability-. *Journal of the Korean Society of Design Culture*, 20(4), 87-96, 2014.

Kim, Y.B. and Nam, Y.H., A Study on the Elderly-friendly UX Design for Accessibility Improvement of Fast Food Kiosks - Focusing on KFC, *Journal of Integrated Design Research*, 20(4), 39-57, 2021.

Korea Consumer Agency, Non-Face-to-Face Transactions of Elderly Consumers, *Korea Consumer Agency Press*, 2020.

Kurzhals, K., Fisher, B., Burch, M. and Weiskopf, D., Evaluating visual analytics with eye tracking. *In Proceedings of the Fifth Workshop on Beyond Time and Errors: Novel Evaluation Methods for Visualization*, 61-69, 2014.

Lee, J.I., Nam, D.H. and Im, Y.J., A Study on the Improvement of Kiosk Usability in Senior Generation. *Proceedings of the ESK Conference 2021*, 315-315, 2021.

Lee, W.J., Kim, C.H. and Kim, S.H., Comparison of Eye Tracking Features between Expert and Novice Pilots during Landing, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 37(6), 713-720, 2018.

Lee, Y., Park, S., Park, J. and Kim, H.K., Comparative Analysis of Usability and Accessibility of Kiosks for People with Disabilities. *Applied Sciences*, 13(5), 3058, 2023.

Min, S.N., Comparative Evaluation of CMS (Camera Monitor System) and Rearview Mirror using Eye Tracker, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 41(5), 357-364, 2022.

National Information Society Agency, 2021 Unmanned Information Terminal (Kiosk) Information Accessibility Improvement Support Project, *National Information Society Agency*, https://www.nia.or.kr/site/nia_kor/ex/bbs/View.do?cbIdx=78336&bcIdx=23167&

parentSeq=23167 (retrieved March 22, 2021)

Park, M.H., Kwon, M.W. and Hwang, M.K., Analysis of Visual Attention in Negative Emotional Expression Emoticons using Eye-Tracking Device. *Journal of Korea Multimedia Society*, 24(11), 1580-1587, 2021.

Seo, E.S., Mobile Eye Tracker and for Use of the Same for Revitalizing Studies on Eye Tracking. *Journal of the Korea Contents Association*, 16(12), 10-18, 2016.

Seo, E.S., The Suggestion for the Design of Eye Tracker to Promote the Study on the Gaze Tracking Interface. *Journal of Cultural Product & Design*, 50, 145-152, 2017.

Seoul Digital Foundation, A Survey on the Digital Competency of Seoul Citizens, 2021.

Shin, J.H., Lee, M.J. and Lee, W.S., Development of Universal Design Guidelines for a Touchscreen Kiosk: Focused on Display Size and Graphical Design Components, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 41(3),193-220, 2022.

Shin, Y. and Joo, J., Loneliness Increases Adoption of AI Speakers, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 38(6), 499-515, 2019.

Sin, E.J. and Lim, S.B., Development of Evaluation Indicators and Usability Evaluation of Kiosk for the Elderly - the Case of KORAIL's Kiosk for Ticketing. *Journal of the Korea Contents Association*, 22(1), 188-196, 2022.

Song, M.R., A Study on the Usability Evaluation of Offline Simple Payment UI: Focus on the Naver Pay (Masters dissertation). Hongik University, Seoul, 2020.

Sung, Y.J., Lee, W.W., Seo, G.H., Lim, J.S., Jin, S.W. and Yang, Y.A., The Correlations between Cognitive Ability and KIOSK Usage Ability of the Elderly. *Journal of Age-Friendly Industry*, 11(2), 135-142, 2019.

Yang, Y.L., A Study on Analysis of the Eye Movement of Seniors on Using Kiosk: Focused on eye-trackers (Masters dissertation). Hongik University, Seoul, 2020.

Yang, Y.L. and Im, H.J., A Study on Analysis of the Eye Movement of Seniors on Using Kiosk: Focused on eye-trackers. *Proceedings of HICK 2020*, 309-313, 2020.

Yoon, Y.J. and Ha, K.S., A Study on the Direction of Digital Inclusion for the Development of Education System for Middle-aged and Elderly: Focused on Self-ordering Kiosk. *Proceedings of the HCI KOREA*, 91-96, 2021.

Author listings

Yuan Shin: yuahnsin@gmail.com
Highest degree: M.S., Digital Media Design, Honlk University
Position title: Collaboration Professor, A School of SW Central, Kwangwoon University
Areas of interest: Human-Computer Interaction, Digital healthcare

Hyun K. Kim: hyunkkim@kw.ac.kr
Highest degree: Ph.D. Department of Industrial Management Engineering, POSTECH
Position title: Associate Professor, School of Information Convergence, Kwangwoon University
Areas of interest: Human-AI Interaction, Accessibility, Metaverse UX, Digital healthcare UX

Gayoung Kim: ciks2508@naver.com
Highest degree: B.S., School of Information Convergence, Kwangwoon University
Position title: M.S. Candidate in Department of Artificial Intelligence Application, Kwangwoon University
Areas of interest: Human-Computer Interaction, UX/UI Design, Usability, Accessibility

Minjung Kang: kmj95@sdf.seoul.kr
Highest degree: Ph.D. Candidate in Public Administration, Yonsei University
Position title: Manager, Digital Policy Team, Seoul Digital Foundation
Areas of interest: Smart City, Digital Inclusion, Digital Divide, Public Policy

Kijung Ryou: rei@bnr.co.kr
Highest degree: M.S., Brain Science, Seoul National University
Position title: CTO, Brain & Research Inc.
Areas of interest: Human-Computer Interaction, UX/UI Design, Neuro Research, Marketing

Taejoon Park: tjpark@bnr.co.kr
Highest degree: B.S., Statistics, Yonsei University
Position title: Senior Researcher, Brain & Research Inc.
Areas of interest: Statistics, UX/UI Design, Neuro Research, Marketing