

User experience analysis in virtual museums

Analiza doświadczenia użytkownika w wirtualnych muzeach

Aleksandra Kobyłska*, Mariusz Dzieńkowski

Department of Computer Science, Lublin University of Technology, Nadbystrzycka 36B, 20-618 Lublin, Poland

Abstract

The paper presents an analysis of user experience in virtual museums. The objects of interest are museums that offer a virtual walk which allows the user to visit and view exhibitions without leaving home. Among the selected objects for the study were the Museum of Auschwitz-Birkenau and the Malbork Castle Museum. The interfaces of these two virtual museums were subjected to eye tracking analysis using the Gazepoint GP3 HD eye tracker and an expert analysis using Nielsen heuristics. Additionally, a survey consisting of questions from the System Usability Scale and self-reported questions was then conducted to help gather information on usability and to collect opinions about online museums. The research group consisted of sixteen students from the Lublin University of Technology, who were presented with the same tasks to perform in the virtual museums. As a result of the research, it turned out that both according to the Nielsen heuristics and the System Usability Scale survey, the Auschwitz-Birkenau Museum was rated better, while in the eye tracking experiment both museums obtained similar results.

Keywords: virtual museum; user experience; eye tracking; Nielsen's heuristics; SUS

Streszczenie

Praca przedstawia analizę wrażeń użytkownika w wirtualnych muzeach. Przedmiotami zainteresowania są muzea, które oferują użytkownikowi wirtualny spacer umożliwiający zwiedzanie i oglądanie ekspozycji bez wychodzenia z domu. Wśród obiektów wybranych do badań znalazły się Muzeum Auschwitz-Birkenau oraz Muzeum Zamkowe w Malborku. Interfejsy tych dwóch wirtualnych muzeów zostały poddane analizie eyetrackingowej z użyciem urządzenia Gazepoint GP3 HD oraz analizie eksperckiej z wykorzystaniem heurystyk Nielsena. Dodatkowo przeprowadzono ankietę składającą się z pytań zawartych w Skali Użyteczności Systemu oraz pytań własnych, która pomogła w ocenie użyteczności oraz w zebraniu opinii na temat muzeów online. Grupę badawczą stanowiło szesnastu studentów Politechniki Lubelskiej, którym przedstawiono takie same zadania do wykonania w wirtualnych muzeach. W efekcie przeprowadzonych badań okazało się, że zarówno według heurystyk Nielsena jak i przeprowadzonej ankiety Skali Użyteczności Systemu lepiej zostało ocenione Muzeum Auschwitz-Birkenau, natomiast w eksperymencie eyetrackingowym oba muzea uzyskały podobne wyniki.

Słowa kluczowe: wirtualne muzeum; doświadczenie użytkownika; eyetracking; heurystyki Nielsena; SUS

*Corresponding author

Email address: aleksandra.kobylska@pollub.edu.pl (A.Kobyłska)

Published under Creative Common License (CC BY-SA v4.0)

1. Wstęp

W dzisiejszych czasach, wraz z postępowaniem technologicznym, coraz więcej podstawowych segmentów życia codziennego zostało zautomatyzowanych i z informatyzowanych. Rosnąca popularność wykorzystywania technologii komputerowych została spotęgowana również przez globalną pandemię COVID-19, która wymusiła na społeczeństwie szereg zmian w sposobie funkcjonowania. W odpowiedzi na to, wiele muzeów zdecydowało się przenieść swoje działania do przestrzeni cyfrowej, która umożliwiła organizowanie wirtualnych wycieczek po muzeach i podziwianie interaktywnych wystaw bez wychodzenia z domu. Dostosowanie się przemysłu muzealnego do zmieniających się okoliczności i rozwoju technologicznego sprawiło, że obcowanie z obiektami dziedzictwa kulturowego stało się wygodniejsze i łatwiej dostępne niż kiedykolwiek wcześniej.

Wirtualne muzea jako alternatywny sposób postrzegania historii i sztuki oferują zwiedzającym serię uni-

kalnych przeżyć i emocji bez ograniczeń czasowych czy geograficznych. Jednakże, możliwość przeglądania dzieł sztuki z zacisza własnego domu nie jest jedynym czynnikiem kształtującym doświadczenia i odczucia użytkownika. Zagadnieniami równie znaczącymi, które mają wpływ na wywarcie pozytywnego wrażenia na zwiedzającym mogą być zarówno aspekty wizualne, takie jak: wysoka jakość prezentowanych obiektów czy sposób ich przedstawienia i oświetlenia jak i kwestie techniczne, wśród których można wymienić: przejrzysty i intuicyjny interfejs, szybkość ładowania eksponatów, a także łatwość poruszania się po obiekcie. Dodatkowo, trwające badania nad zwiększeniem interaktywności między przedmiotami muzealnymi a użytkownikiem sprawiają, że wirtualne zwiedzanie staje się jeszcze bardziej wciągające i interesujące [1].

2. Cel, zakres pracy i hipotezy badawcze

Celem pracy jest poznanie opinii użytkowników na tematy związane z wirtualnymi muzeami oraz analiza

doświadczenia użytkowników o dwóch wybranych muzeach: Muzeum Auschwitz-Birkenau oraz Muzeum Zamkowego w Malborku. Instytucje te pozwalają zainteresowanym na zapoznanie się ze swoimi zbiorami poprzez witrynę internetową.

Temat badawczy dotyczy aspektów związanych z analizą doświadczenia użytkownika pod kątem zrozumiałości i przejrzystości treści prezentowanych w interfejsie oraz wrażeń, jakie wywierają zwiedzane obiekty. Przeprowadzone badania i ocena otrzymanych wyników mogą pomóc w identyfikacji potencjalnych problemów lub zagadnień, których poprawa zwiększyłaby użyteczność i przyjemność korzystania z wirtualnych muzeów.

Zakres pracy obejmuje następujące kwestie:

- przegląd zagadnień związanych z podjętym tematem, ustalenie celu badań i sformułowanie hipotez,
- wybór obiektów badań oraz metod badawczych (eyetracking, SUS, analiza heurystyczna, autorska ankieta),
- zaprojektowanie eksperymentu, zorganizowanie grupy badawczej i przeprowadzenie badań,
- analiza i dyskusja wyników oraz wnioski.

W ramach pracy sformułowano dwie hipotezy badawcze:

H1: *Ludzie są zainteresowani odwiedzaniem wirtualnych muzeów, ale oczekują od nich wysokiej interaktywności oraz informacyjności.*

H2: *Interfejsy wirtualnych muzeów wymagają udoskonalenia, aby osiągnąć wysoki poziom doświadczenia użytkownika.*

3. Przegląd literatury

Zaznajomienie się z najważniejszymi publikacjami dotyczącymi eyetrackingu oraz doświadczeń użytkowników w wirtualnych muzeach umożliwia zrozumienie i podsumowanie dotychczasowej wiedzy na wymienione tematy. W pierwszym artykule autorzy zwracają uwagę na ograniczenia związane z trudnością i kosztownością między innymi transportu oraz ubezpieczenia bezcennych i delikatnych obiektów muzealnych, które cieszą się największą popularnością [1]. Rozwiązaniem, które zostało zaproponowane w celu zwiększenia dostępności do takich ekspozycji jest wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości (VR) i rzeczywistości rozszerzonej (AR). Tworzenie wirtualnych wystaw poprzez digitalizację przedmiotów muzealnych umożliwia technologia zastosowana w projekcie ARCO [2]. Narzędzia dostarczane przez ten system zostały przedstawione jako kompleksowe rozwiązanie, które pozwala projektantom wystaw na sprawne tworzenie cyfrowych reprezentacji obiektów muzealnych takich jak: obrazy, modele 3D, filmy, opisy oraz nagrania dźwiękowe. Autorzy podkreślają również, iż wykorzystanie X-VRML czyli wysokopoziomowego języka opartego na XML możliwe jest opracowanie szablonów ze zbiorem parametrów, dzięki czemu zdefiniowanie odpowiedniej reguły umożliwia użycie instancji obiektu w wielu przestrzeniach wystawienniczych.

Autorka drugiego artykułu bada wpływ różnych czynników na doświadczenie i zadowolenie odwiedzających muzea. Zagadnienie zostało zbadane w odniesieniu do społecznych, psychologicznych i środowiskowych aspektów wizyty [3]. Metodą badawczą wykorzystaną tutaj była obserwacja zachowania obserwatorów w muzeum w Birmingham. Następnie, uzyskane dane poddano analizie tematycznej, w wyniku której powtarzające się działania wśród podobnych jednostek lub grup stały się podstawą ostatecznej interpretacji zachowań. Pierwsza z wymienionych perspektyw podaje przykład wizyty w muzeum jako symbolu statusu, który świadczy o tym, że pewna grupa odwiedzających czerpie przyjemność z samego faktu wyjścia do muzeum. Traktowane jest ono wtedy jako miejsce, które inicjuje nowe tematy do rozmów i stawia czas spędzany w towarzystwie grupy ponad czerpanie indywidualnej satysfakcji z oglądania wystawy. Istotą podejścia psychologicznego jest zrozumienie motywacji, zaangażowania oraz uważności odwiedzających. Zwrócona zostaje również uwaga na odpowiednie otoczenie i przestrzeń muzealną, które w zależności od fizycznych i estetycznych aspektów mogą wpłynąć pozytywnie jak i negatywnie na doświadczenie odwiedzających.

Metody, które wyłoniły się z projektowania stron internetowych i aplikacji mobilnych mogą przyczynić się do poprawy doświadczeń użytkowników (UX) odwiedzających muzea. W pracy [4] autorka postanowiła zrozumieć doświadczenie zwiedzających muzeum poprzez wykorzystanie narzędzi z badań UX i użyteczności. W przeprowadzonych badaniach oceniała preferencje odwiedzających wśród czterech różnych nośników informacji w module wystawienniczym wykorzystując do tego śledzenie wzroku oraz ankietę. Wyniki pokazały, że interaktywne nośniki, takie jak tablety i ekrany, nawet jeśli nie są preferowane przez większość uczestników, po zaangażowaniu się w te nośniki, wchodzi w interakcję z nimi przez dłuższy czas. Wiedza ta może być wykorzystana przez kuratorów i menadżerów ekspozycji do poprawienia doświadczeń odwiedzających muzea.

Celem kolejnej pracy [5] było lepsze zrozumienie wizualnego poznania zwiedzających, aby poprawić i uatrakcyjnić odbiór wystaw fizycznych lub internetowych. W zrealizowanych badaniach śledzono i analizowano trajektorie ruchów oczu odwiedzających muzeum oraz badano ich związek z uczeniem się i poznawaniem, a także szukano klucza do wpływania na poznanie poprzez analizę sekwencji zachowań użytkownika podczas wyświetlania treści. Wyniki pokazują, że osoby zainteresowane wyświetlanymi treściami mają lepszą wydajność poznawczą, są zanurzone w czytaniu tekstu i w ich ruchach oczu widać wyraźne zmiany. Z kolei osoby niezainteresowane wyświetlaną treścią są rozproszone i często zwracają uwagę z powrotem na tytuł treści. W badaniu tym ruch gałek ocznych i fiksacje są wskaźnikami, które można wykorzystać jako punkt odniesienia dla przyszłego projektowania wyświetlaczy w celu poprawy skuteczności prezentowania informacji odwiedzającym.

4. Wykorzystywane metody badawcze

Zarówno w tej, jak i innych pracach badawczych, wybór odpowiednich narzędzi i technik jest kluczową kwestią, ponieważ w znacznym stopniu wpływa na jakość gromadzenia danych oraz sposób zrozumienia badanych aspektów. Wśród wykorzystywanych metod znalazły się: technika okulograficzna, heurystyki Nielsena, Skala Użyteczności Systemu (SUS) oraz ankieta autorska.

4.1. Technika eyetrackingowa

Technika eyetrackingowa służy do monitorowania, rejestracji i pomiaru ruchów gałek ocznych. Obecnie jest ona stosowana w różnorodnych obszarach, wśród których można wymienić: badania naukowe, medycynę, psychologię, rozrywkę, marketing czy też interakcję człowiek-komputer [6].

Aktywność skupienia uwagi na bodźcach wizualnych może przejawiać się poprzez różne rodzaje ruchów oczu. Są one wynikiem procesów, które polegają na wybieraniu i koncentrowaniu się na elementach wizualnych, które docierają do systemu wzrokowego [7]. Dlatego istotne staje się zrozumienie podstawowych cech i charakterystyk rodzajów ruchów oczu. Należą do nich fiksacje, czyli momenty w czasie, podczas których oczy utrzymują i skupiają wzrok na względnie stałym punkcie lub obiekcie oraz sakady - krótkotrwałe, gwałtowne i skokowe poruszenia oczami, które pozwalają na przemieszczenie wzorku z jednego punktu na drugi. W czasie tych ruchów nie następuje pobieranie informacji wizualnych [8].

Najpopularniejszymi formami, w których prezentowane są wyniki z badań okulograficznych są ścieżki wzroku i mapy ciepłe. Ich definicje są następujące:

- ścieżki wzroku – pokazują drogę, jaką oczy użytkownika pokonują na ekranie w określonym czasie;
- mapy ciepłe – graficzne reprezentacje obszarów na ekranie, które różnicując je kolorami, pokazują, jakie miejsca najbardziej przyciągają uwagę badanego.

4.2. Heurystyki Nielsena

Jacob Nielsen jako specjalista w dziedzinie użyteczności, wspólnie z Ralfem Molichem, zaproponował zestaw dziesięciu zasad dotyczących interakcji człowieka z maszyną, a dokładniej związanych z projektowaniem i analizowaniem interfejsów witryn internetowych. Zasady te zostały następnie nazwane heurystykami i wykorzystywane są do dziś w celu oceny spójności systemu oraz wykrywania ich potencjalnych błędów [9]. Mogą być również traktowane jako lista kontrolna, której poszczególne elementy zostały przedstawione w Tabeli 1 [10].

Tabela 1: Treści twierdzeń heurystyk Nielsena

Lp.	Treść heurystyki
1	Pokazuj status systemu.
2	Zachowaj zgodność pomiędzy systemem a rzeczywistością.
3	Daj użytkownikowi pełną kontrolę.
4	Trzymaj się standardów i zachowaj spójność.

5	Zapobiegaj błędowi.
6	Pozwalaj wybierać zamiast zmuszać do pamiętania.
7	Zapewnij elastyczność i efektywność.
8	Dbaj o estetykę i umiar.
9	Zapewnij skuteczną obsługę błędów.
10	Zadbaj o pomoc i dokumentację.

Wśród zalet metody heurystycznej wymienić można prostotę i szybkość, jednak należy pamiętać, iż jej jakość zależy od wiedzy i doświadczenia osób przeprowadzających analizę.

4.3. Kwestionariusz – Skala Użyteczności Systemu

Skala Użyteczności Systemu to narzędzie umożliwiające pomiar użyteczności między innymi systemów internetowych za pomocą ankiety. Jest to ustandaryzowany kwestionariusz, który składa się z dziesięciu stwierdzeń, wśród których pozycje o numerach nieparzystych mają wydźwięk pozytywny, natomiast pozycje o numerach parzystych – negatywny [11]. Treści twierdzeń podlegających ocenie w ankiecie SUS zostały przedstawione w Tabeli 2.

Tabela 2: Treści twierdzeń Skali Użyteczności Systemu

Lp.	Treść twierdzenia
1	Myślę, że chciałbym często korzystać z tego systemu.
2	Uważam, że system jest niepotrzebnie skomplikowany.
3	Myślałem, że system jest łatwy w użyciu.
4	Myślę, że mógłbym korzystać z tego systemu, jednak potrzebowałbym wsparcia osoby technicznej.
5	Odkryłem, że różne funkcje w systemie są dobrze zintegrowane.
6	Uważam, że w tym systemie jest zbyt wiele niespójności.
7	Uważam, że większość osób będzie w stanie opanować system bardzo szybko.
8	Uważam, że system jest bardzo niewygodny w użyciu.
9	Czułem się bardzo pewnie korzystając z systemu.
10	Musiałem nauczyć się wielu rzeczy, zanim mogłem zacząć korzystać z tego systemu.

Skala pytań zawiera się od „Zdecydowanie się nie zgadzam” do „Zdecydowanie się zgadzam”. Wynik zostaje obliczony za pomocą przypisania punktów do poszczególnych wariantów odpowiedzi zgodnie ze schematem [12]. Następnym krokiem jest zsumowanie punktów i pomnożenie uzyskanej wartości przez 2,5, dzięki czemu możliwe będzie policzenie wskaźnika, którego wartość powinna znajdować się w przedziale od 0 do 100. Uznaje się, że wynik powyżej 68 punktów określa wartość powyżej średniej i jest traktowany jako dobra ocena. Natomiast, aby system został oceniony bardzo dobrze i znalazł się w górnych 10% wszystkich witryn powinien uzyskać co najmniej 80 punktów [13].

5. Metodyka badań

Badanie doświadczenia użytkowników w wirtualnych muzeach podzielone zostało na część eyetrackingową, ankietową oraz badanie użyteczności systemu z wykorzystaniem heurystyk Nielsena. Czas, w którym osoba

badana wykonywała dwa pierwsze etapy badania wynosił około 15 minut, natomiast ocena heurystyczna została wykonana zdalnie.

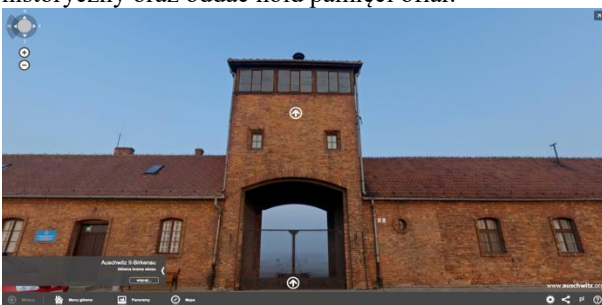
5.1. Obiekty badań

Wybranymi obiektami badań są dwa wirtualne muzea, które różnią się nie tylko tematyką, ale również możliwościami oferowanymi przez interfejs. Należą do nich Muzeum Auschwitz-Birkenau oraz Muzeum Zamkowe w Malborku (Tabela 3).

Tabela 3: Wybrane muzea z adresami do wirtualnego zwiedzania

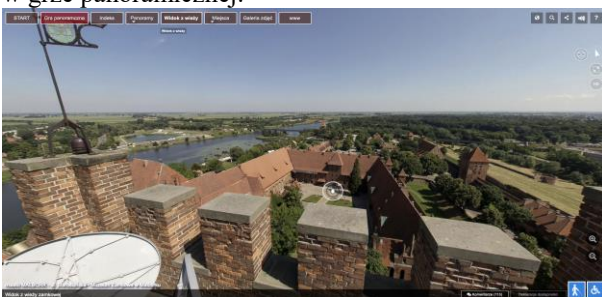
Lp.	Nazwa muzeum	Adres wirtualnego muzeum
1	Muzeum Auschwitz-Birkenau	https://panorama.auschwitz.org
2	Muzeum Zamkowe w Malborku	https://muzeumzamkowe.wmalborku.wkraj.pl/html5/index.php?id=34844

Pierwsze wybrane muzeum jest wyjątkowo interesujące ze względu na ogromne znaczenie dla edukacji i upamiętnienia oraz przekazywania historii. Jego wirtualna forma (Rysunek 1) oferuje dostęp do unikalnych zdjęć i materiałów związanych z obozem i pomaga odkrywać to tragiczne miejsce, przybliżyć jego kontekst historyczny oraz oddać hołd pamięci ofiar.



Rysunek 1: Interfejs wirtualnego Muzeum Auschwitz-Birkenau.

Drugim wirtualnym muzeum jest Muzeum Zamkowe w Malborku (Rysunek 2), które za pomocą interaktywnych map umożliwia eksplorację zamkowych pomieszczeń, dziedzińców i korytarzy oraz oglądanie detali architektury i wystroju. Platforma tego muzeum wyróżnia się również możliwością wzięcia udziału w grze panoramicznej.



Rysunek 2: Interfejs wirtualnego Muzeum Zamkowego w Malborku.

5.2. Grupa badawcza

W badaniu eyetrackingowym oraz ankietowym wzięło udział 16 studentów drugiego roku informatyki na Poli-

technice Lubelskiej. Zdecydowana większość grupy badawczej składała się z mężczyzn w wieku od 21 do 23 lat (62,5% wszystkich osób). W badaniu brały udział dwie kobiety i trzy osoby powyżej 27 roku życia. Do badania użyteczności systemu z wykorzystaniem heurystyk Nielsena zaproszono dwóch studentów ostatniego roku informatyki drugiego stopnia, którzy mają wiedzę na temat projektowania i ergonomii interfejsów.

5.3. Stanowisko badawcze

Stanowisko eyetrackingowe to specjalnie przygotowane miejsce, które powinno być wyciszone, odpowiednio oświetlone i wyposażone w meble umożliwiające wygodne i nieograniczające usadzenie badanego oraz wyposażone w niezbędne urządzenia. Dlatego też, dedykowany obszar badawczy składał się z biurka, krzesła, laptopa z zamontowanym urządzeniem eyetrackingowym oraz podłączonej myszki (Rysunek 3). Stanowisko znajdowało się w jednej z sal budynku Centrum Technologii Informatycznych i Lingwistyki Technicznej CEN-TECH należącego do Politechniki Lubelskiej.



Rysunek 3: Stanowisko eyetrackingowe.

Eyetracker Gazepoint GP3 HD, czyli stacjonarny sprzęt do śledzenia ruchu gałek ocznych był umieszczony bezpośrednio pod ekranem laptopa. Ponadto jest on małych rozmiarów (235x45x47 mm) i waży 125 g, co sprawia, że jest kompaktowy i co ułatwia jego przenoszenie do różnych miejsc, w których przeprowadzane będą badania [14]. Eyetracker GP3 HD jest urządzeniem pracującym z częstotliwością próbkowania do 150 Hz, które oferuje wysoką rozdzielczość monitorowania i dokładność. Za pomocą kamer na podczerwień rejestruje dane dotyczące reakcji użytkowników na treści wyświetlane na monitorze, a jego wykorzystanie ograniczone jest do współpracy z nowszymi wersjami systemu Windows i ekranów o rozdzielczości maksymalnie 24 cale. Jest to zarówno profesjonalny jak i wszechstronny sprzęt, który dzięki przystępnej cenie oraz wysokiej jakości jest wysoce popularny w dziedzinie eyetrackingu.

Laptopem wykorzystywanym w eksperymencie był Acer Nitro 5 wyposażony w procesor AMD Ryzen 7 5800H i pamięć RAM 32 GB z systemem operacyjnym Windows 10. Natomiast oprogramowaniem, które umożliwiło stworzenie projektu badania, przedstawienie

go uczestnikom oraz wygenerowanie danych i wyników było iMotions w wersji 9.1.

5.4. Przebieg badania

Czynności przygotowawcze i sam eksperyment obejmowały następujące etapy:

1. Określenie problemu badawczego i celu badań.
2. Wybranie obiektów badawczych czyli interfejsów dwóch wirtualnych muzeów.
3. Dobranie metod badawczych.
4. Sporządzenie scenariusza oraz przygotowanie materiałów wyświetlanych użytkownikom w części eyetrackingowej badania.
5. Opracowanie ankiety z wykorzystaniem kwestionariusza SUS oraz pytań własnych.
6. Przygotowanie stanowiska badawczego, a następnie projektu eksperymentu w oprogramowaniu iMotions.
7. Zaproszenie grupy badawczej i zapoznanie jej z tematem i przebiegiem badań.
8. Przeprowadzenie badania eyetrackingowego uwzględniającego przygotowanie uczestników i kalibrację.
9. Wypełnienie ankiety.
10. Wykonanie oceny użyteczności systemu na podstawie heurystyk Nielsena.
11. Zgromadzenie i dokładna analiza uzyskanych danych.
12. Sformułowanie wniosków i podsumowanie badań.

Eksperyment eyetrackingowy został przygotowany w programie iMotions. Składał się on z 9 poleceń z podziałem na zadania statyczne i dynamiczne (Tabela 4).

Tabela 4: Polecenia do wykonania w części eyetrackingowej badania

Lp.	Rodzaj zadania	Treść polecenia
z1	Styczne	Znajdź ikonę powiększenia obrazu.
z2		Znajdź ikonę udostępniania.
z3		Znajdź ikonę umożliwiającą powiększenie widoku na pełny ekran.
z4		Znajdź informację, w jakim miejscu się teraz znajdujesz.
z5		Znajdź ikonę „Pomoc”.
z6	Dynamiczne	Przejdź do innego widoku/pomieszczenia za pomocą jednego z widocznych przycisków interaktywnych (przycisk strzałki przy obiektach/na drodze).
z7		Obróć widok na północ. (Pomocne znalezienie/naciśnięcie ikony kompasu).
z8		Zmień panoramę na jedną z proponowanych/gotowych.
z9		Otwórz mapę, a następnie zmień oglądany widok poprzez naciśnięcie wybranego punktu.

Pierwsza grupa poleceń polegała na odnalezieniu podanego w treści instrukcji elementu na statycznym obrazie z wirtualnego muzeum. Polecenia z drugiej grupy wymagały wykonania określonej czynności za

pomocą funkcjonalności dostępnych w interfejsie. Zarówno kolejność zadań jak i muzea były odpowiednio wymieszane tak, aby zminimalizować zapamiętywanie rozmieszczenia elementów. Późniejszej analizie zostały poddane tylko polecenia statyczne, natomiast dynamiczne miały na celu lepsze zapoznanie uczestnika z możliwościami oferowanymi przez cyfrowe muzea.

Po wykonaniu badania eyetrackingowego, uczestnikowi badania przedstawiana była ankieta, która składała się z kwestionariusza SUS (osobnego dla każdego muzeum), ankiety własnej dotyczącej opinii na temat wirtualnych muzeów oraz dwóch pytań otwartych. Dzięki tym pytaniom możliwe było lepsze zrozumienie perspektywy i doświadczenia osób badanych, które zapoznały się z wirtualnymi muzeami i jednocześnie poznały, co uważają za ich najlepsze i najgorsze strony. Treści tych pytań były następujące:

1. Co uważasz za główną zaletę wirtualnych muzeów?
2. Co uważasz za główną wadę wirtualnych muzeów?

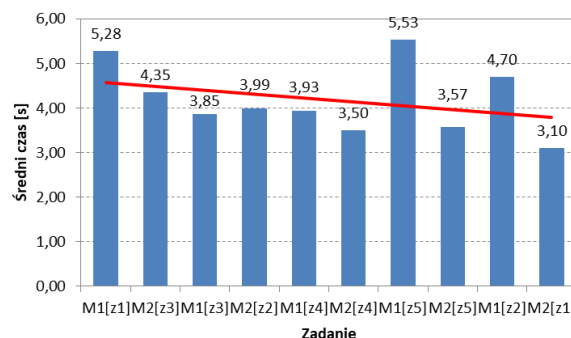
6. Wyniki badań

Przeprowadzenie obu części badań, czyli eyetrackingowych i ankietowych, pozwoliło na uzyskanie wyników dotyczących doświadczeń użytkowników w wirtualnych muzeach. Następnie, przedstawione zostały średnie ocen otrzymane z badania heurystycznego, które zostało przeprowadzone przez dwoje ekspertów.

6.1. Wyniki badania eyetrackingowego

Wyniki uzyskane z badania eyetrackingowego mają charakter jakościowy - obrazy z widocznymi mapami cieplnymi i ścieżkami wzroku oraz ilościowy w postaci czasów realizacji poszczególnych zadań przez użytkowników.

Na Rysunku 4 zestawiono średnie czasy uzyskane przez uczestników badania dla 5 zadań statycznych wykonywanych na obu muzeach.



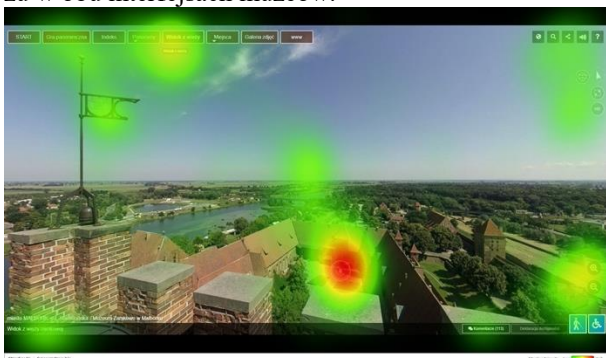
Rysunek 4: Wykres średnich czasów dla każdego zadania z części eyetrackingowej badania.

Zadania zostały przedstawione w takiej kolejności, w jakiej były wyświetlane użytkownikom, z pominięciem zadań dynamicznych, które nie zostały poddane analizie. Na wykresie poszczególne polecenia zostały oznaczone skrótami, gdzie M1 oznacza Muzeum Zamkowe w Malborku, natomiast M2 – Muzeum Auschwitz-Birkenau. Dodatkowo zadania zostały ponumerowane od z1 do z5 i były jednakowe dla obu interfejsów. Do obliczeń średnich wyniki powyżej 9 sekund

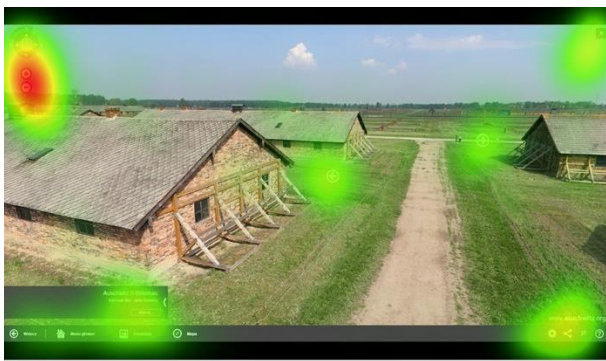
zostały wykluczone. Z dużym prawdopodobieństwem w tych przypadkach uczestnicy nie wykonali prawidłowo zadań, nie wiedzieli lub zapomnieli co mają zrobić.

Analizując dane z wykresu, można stwierdzić, że rzadko kiedy średnie czasy przekraczały 5 sekund, zazwyczaj wynosiły one 3-4 sekundy. Są to dobre wyniki i oznaczają, że odnajdywanie elementów na stronie odbywało się szybko i sprawnie. Linia trendu pokazuje również, że czas wykonywania kolejnych zadań się zmniejszał, co oznacza, iż mimo mieszania kolejności poleceń oraz muzeów użytkownicy przyzwyczajali się do interfejsów i zapamiętywali rozmieszczenia ich elementów.

Do przeprowadzenia analizy jakościowej użyto map ciepłych i ścieżek skanowania. Rysunki 5 i 6 przedstawiają mapy ciepłe wygenerowane po wykonaniu przez wszystkich uczestników zadania z1 polegającego na znalezieniu ikony – narzędzia do powiększenia obrazu w obu interfejsach muzeów.



Rysunek 5: Mapa ciepła wygenerowana dla Muzeum Zamkowego w Malborku.

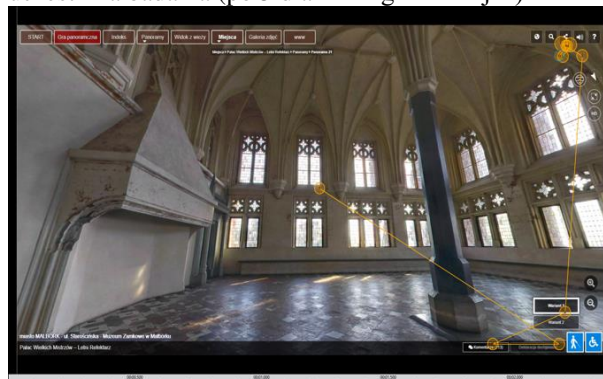


Rysunek 6: Mapa ciepła wygenerowana dla Muzeum Auschwitz-Birkenau.

Na pierwszym rzucie ekranowym (Rysunek 5), widoczny jest jeden główny gorący, czerwony obszar w centralnej części bodźca i kilka żółto-zielonych. Drugi pod względem intensywności obszar znajdujący się w prawym, dolnym rogu to właściwy cel tego zadania. Wynika to z tego, że było to pierwsze zadanie i dlatego uczestnicy badań zapoznawali się z interfejsem i szukali właściwego narzędzia. Natomiast mapa ciepła przedstawiona na Rysunku 6 jest przykładem pomyślnego wykonania polecenia polegającego na odnalezieniu właściwej ikony. Jej symbol graficzny pokrywa gorący obszar w kolorze czerwonym. Oznacza to, że właśnie

w tym miejscu najczęściej skupiał się wzrok użytkowników.

W przypadku ścieżek skanowania, program iMotions generuje wyniki osobno dla każdego użytkownika wykonującego określone zadanie w danym wirtualnym muzeum. Oznacza to, że w sumie analizie zostało podane 10 obrazów ze ścieżkami wzroku dla każdego uczestnika badania (po 5 dla każdego interfejsu).



Rysunek 7: Przykład ścieżki wzroku uzyskanej na podstawie wirtualnego zwiedzania Muzeum Zamkowego w Malborku.



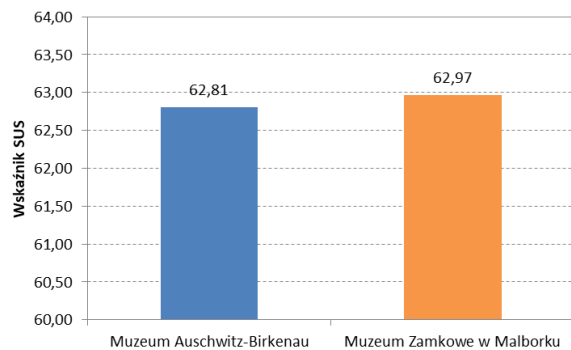
Rysunek 8: Przykład ścieżki wzroku uzyskanej na podstawie wirtualnego zwiedzania Muzeum Auschwitz-Birkenau.

Przykłady obrazów z oznaczonymi ruchami i zatrzymaniami uwagi wzrokowej zostały zaprezentowane na Rysunkach 7 oraz 8. Obraz ze ścieżką wzroku na Rysunku 7 prezentuje przykład, w którym użytkownik wykonując niewielką liczbę ruchów sakadycznych, w wyniku których sprawnie osiągnął cel, odnalazł wzrokiem ikonę umożliwiającą udostępnienie. Przykład ścieżki wzroku dla drugiego muzeum (Rysunek 8) przedstawia niepoprawnie wykonane zadanie. Badany prawdopodobnie nie zrozumiał polecenia lub za szybko przeszedł do kolejnej instrukcji, ponieważ jego wzrok nawet nie zbliżył się do obszaru, w którym znajduje się szukany element.

6.2. Wyniki badania ankietowego

Użytkownicy otrzymali dla każdego muzeum kwestionariusz Skali Użyteczności Systemu. Po wypełnieniu ankiet obliczono wskaźniki SUS dla każdego użytkownika, a następnie je uśredniono. Wyniki SUS dla obu muzeów, przedstawione na Rysunku 9, miały podobny poziom i wahały się w granicach 62 - 63 punktów. Muzeum Zamkowe w Malborku uzyskało 62,81 punkty,

a Muzeum Auschwitz-Birkenau 62,97 punkty. Oba wyniki sytuują się poniżej 68 punktów – pułap, który wyznacza minimalny próg, od którego systemy określa się jako dobre. Oznacza to, że wyniki z tej części badań znajdują się poniżej progu czyli 68 punktów.



Rysunek 9: Wykres przedstawiający średnie wyniki SUS dla obu muzeów.

Dodatkowymi wynikami uzyskanymi z ankiety opracowanej przez autorów były średnie oceny wyliczone dla każdego z siedmiu pytań podejmujących istotne zagadnienia z punktu widzenia autorów tego artykułu. Ich treści nie odnosiły się do konkretnego interfejsu, ale do ogólnych kwestii związanych z wirtualnymi muzeami. Użytkownicy wyrażali swoje opinie posługując się skalą od 1 do 5, gdzie 1 oznaczało „Zdecydowanie się nie zgadzam”, natomiast 5 – „Zdecydowanie się zgadzam”. Treści zdań oraz uzyskane średnie oceny zostały przedstawione w Tabeli 5.

Tabela 5: Treści autorskich zagadnień dotyczących wirtualnych muzeów wraz z ich średnimi ocenami

Lp.	Zagadnienie	Średnia ocen
1	Uważam, że wirtualne muzea są bardzo dobrą alternatywą dla tradycyjnych muzeów.	3,25
2	W przyszłości z chęcią będę zwiedzał muzea w formie wirtualnej.	3,25
3	Uważam, że coraz więcej obiektów muzealnych powinno być dostępnych w formie wirtualnej.	4,16
4	Uważam, że wirtualne muzea dobrze oddają klimat wizyty w tradycyjnym muzeum.	2,25
5	Uważam, że łatwa przystępność to jedyna zaleta wirtualnych muzeów.	2,81
6	Myszę, że wirtualne muzea powinny wyróżniać się większą liczbą interaktywnych elementów.	4,25
7	Uważam, że spacer po wirtualnym muzeum dostarcza wielu informacji na temat oglądanych obiektów.	4,19

Ostatnia część badania ankietowego składała się z dwóch pytań otwartych, które miały na celu odnalezienie mocnych i słabych stron dotyczących wirtualnych muzeów. Grupa badawcza, która podczas badania eye-trackingowego zapoznała się z wybranymi interfejsami muzeów, wskazała mocne strony wirtualnych muzeów, do których należą:

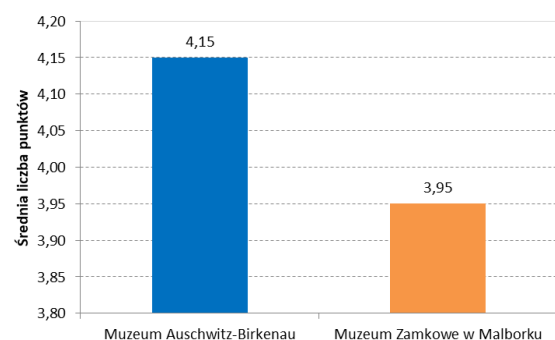
- możliwość zwiedzania niezależnie od czasu (wirtualne muzea są „otwarte” całą dobę) i miejsca;
- dostępność czyli możliwość zwiedzenia muzeów znajdujących się nawet bardzo daleko;
- oszczędność czasu i pieniędzy, które tracone są w przypadku podróży do tradycyjnego muzeum;
- brak ograniczeń ze względu na pogodę;
- brak tłumów, które są częste w przypadku popularnych ekspozycji.

Z kolei do słabych stron wirtualnych muzeów zaliczają się:

- wrażenie, iż wirtualne muzeum przypomina grę komputerową;
- sztuczność i ograniczenie odczuwania muzealnej atmosfery, która wpływa na odbiór oglądanych obiektów;
- za duże różnice (np. rozmiar, kształt) między wirtualnymi obiektami, a rzeczywistymi.

6.3. Wyniki analizy heurystycznej

Informacje uzyskane z przeprowadzenia analizy heurystycznej interfejsów Muzeum Auschwitz-Birkenau oraz Muzeum Zamkowego w Malborku pomagają zrozumieć, w jakim stopniu dana witryna spełnia podstawowe zasady użyteczności.



Rysunek 10: Średnie oceny interfejsów muzeów według heurystyk Nielsena.

Zgromadzone dane są w postaci ocen każdej z heurystyk Nielsena i wystawione zostały przez dwie osoby mające wiedzę i doświadczenie na temat projektowania interfejsów oraz ich ewaluacji. Większość ocen miała wartości 4 lub 5, co przekłada się na uzyskanie dobrych wyników końcowych dla analizowanych serwisów wirtualnych muzeów. Wyniki te zostały uzyskane poprzez zsumowanie ocen dla danego muzeum, a następnie wyliczenie ich średnich. Wykres przedstawiający uzyskane rezultaty z analizy heurystycznej został przedstawiony na Rysunku 10.

7. Podsumowanie

Wprowadzone w czasie pandemii COVID-19 obostrzenia i zalecenia wpłynęły w znaczny sposób na sektor muzealny, który zmuszony był do zamknięcia, zawieszenia lub ograniczenia działalności większości placówek, co powodowało liczne trudności i straty finansowe. W odpowiedzi, wiele obiektów zdecydowało się na przeniesienie swojej działalności do świata cyfrowego,

w którym wirtualne muzea swoją atrakcyjnością i dostępnością zachęcają do eksplorowania ich zasobów.

W artykule podkreślono rolę eyetrackingu jako narzędzia wspierającego ocenę interfejsów i analizę doświadczeń użytkowników. Wykorzystano również kwestionariusz SUS oraz własną ankietę, które pozwoliły na zebranie ogólnych informacji odzwierciedlających opinie użytkowników na temat wirtualnych muzeów. Zastosowano również analizę ekspercką opierającą się na heurystykach Nielsen.

W efekcie przeprowadzonych badań możliwe było porównanie obu interfejsów muzeów pod kątem łatwości ich obsługi, szybkości odnajdywania elementów i szeroko pojętego doświadczenia ich użytkowników. Wyniki uzyskane z eksperymentu eyetrackingowego wskazują na to, iż zadania sprawniej wykonywane były w przypadku Muzeum Auschwitz-Birkenau. Analiza jakościowa uzyskanych map cieplnych i ścieżek wzroku przyniosła podobne rezultaty. Podczas realizacji zadań dla obu muzeów zdarzały się błędnie wykonywane polecenia.

Badanie oparte na kwestionariuszu SUS pozwoliło na stwierdzenie, iż mimo podobnych wyników wskaźnika SUS nieznacznie gorzej wypadło Muzeum Zamkowe w Malborku. W obu przypadkach poziomy tego wskaźnika były niezadowolające.

Z przeprowadzonej autorskiej ankiety wynika, że ankietowani widzą potrzebę wirtualizowania muzeów oraz że ta forma zwiedzania dostarcza wielu informacji na temat oglądanych obiektów. Poza tym respondenci zwracają uwagę na zwiększenie interaktywności wirtualnych wystaw. Wnioski te potwierdzają prawdziwość hipotezy H1. Z kolei respondenci zauważają jednocześnie, że wizyta w wirtualnym muzeum nie oddaje klimatu jaki panuje w tradycyjnym muzeum. Poza tym cyfrowa forma muzeów, stwarza atmosferę sztuczności, a obiekty wirtualne wyglądają inaczej niż obiekty rzeczywiste.

Mimo dobrych ocen i bardzo zbliżonych wyników, eksperci przeprowadzający badanie heurystyczne także lepiej ocenili interfejs Muzeum Auschwitz-Birkenau. W związku z tym z przeprowadzonych badań wynika, iż w porównaniu obu muzeów nieznacznie lepiej wypada wirtualne Muzeum Auschwitz-Birkenau niż Muzeum Zamkowe w Malborku. Pomimo tego, spoglądając na wszystkie uzyskane wyniki – te lepsze i te gorsze – można stwierdzić, że istnieje konieczność udoskonalania interfejsów wirtualnych muzeów w celu osiągnięcia wysokiego poziomu doświadczenia użytkownika. Ta konstatacja potwierdza słuszność hipotezy H2.

Literatura

[1] K. Walczak, W. Cellary, M. White, Virtual Museum Exhibitions, *Computer* 39(3) (2006) 93-95, <https://doi.org/10.1109/MC.2006.108>.

- [2] Augmented Representation of Cultural Objects (ARCO), <https://www.arco-web.org/index.html>, [20.09.2023].
- [3] C. Goulding, The museum environment and the visitor experience, *European Journal of Marketing* 34(3/4) (2000) 261-278, <https://doi.org/10.1108/03090560010311849>.
- [4] P. P. P. Morantes, S. A. Peñarete, G. Arbelaez, M. Camargo, L. Dupont, Understanding Museum visitors' experience through an Eye-tracking study and a Living Lab approach, 2016 International Conference on Engineering, Technology and Innovation/IEEE International Technology Management Conference (ICE/ITMC), Trondheim, Norway (2016) 1-6, <https://10.1109/ICE/ITMC39735.2016.9025900>.
- [5] Y-L Hsieh, M-F. Chen, W-J. Wang, Application of visitor eye movement information to museum exhibit analysis, *Sustainability* 14(11) (2022) 6932, <https://doi.org/10.3390/su14116932>.
- [6] P. Majaranta, A. Bulling, Eye tracking and eye-based human-computer interaction, *Advances in physiological computing* (2014) 39-65, https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6392-3_3.
- [7] J. Młodkowski, Koncepcja uwagi wizualnej, *Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Psychologica* 12 (2008) 23-44.
- [8] A. Stolińska, M. Andrzejewska, Metodologiczne aspekty stosowania techniki eye trackingowej w badaniach edukacyjnych, *Przegląd Badań Edukacyjnych (Educational Studies Review)* 1(24) (2017) 259-276, <http://dx.doi.org/10.12775/PBE.2017.015>.
- [9] Ł. Rosicki, Zastosowanie heurystyk Jakoba Nielsen w optymalizacji serwisów internetowych na przykładzie witryny Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, *Knowledge-Economy-Society* (2018) 185-192.
- [10] K. Nowak, D. Samolej, Analiza wybranych metod oceny użyteczności w procesie tworzenia aplikacji internetowych, *Journal of Computer Sciences Institute* 14 (2020) 88-93, <https://doi.org/10.35784/jcsi.1582>.
- [11] J.R. Lewis, J. Sauro, Item benchmarks for the system usability scale, *Journal of Usability Studies* 13(3) (2018) 158-167.
- [12] Skala Użyteczności Systemu, <https://www.surveylab.com/pl/blog/skala-uzytecznosc-systemu-sus/>, [20.09.2023].
- [13] Measuring Perceived Usability with the SUS, NASA-TLX, and the Single Ease Question After Tasks and Usability Tests, <https://www.nngroup.com/articles/measuring-perceived-usability/>, [20.09.2023].
- [14] GP3 HD Eye Tracker, <https://www.gazept.com/product/gp3hd/>, [20.09.2023].