

Uniwersytet Jagielloński

Wydział Filozoficzny

INSTYTUT FILOZOFII

Studia stacjonarne

Kierunek Kognitywistyka

Praca licencjacka

Nr albumu: 1143926

Ocena:

Wiktor Mendalka

**IDENTYFIKACJA OBIEKTÓW
UKRYTYCH DLA PERCEPCJI
WZROKOWEJ W RZECZYWISTOŚCI
WIRTUALNEJ**

Promotor pracy licencjackiej:

dr Artur Gunia

Kraków 2023

Opracowano zgodnie z obowiązującymi przepisami o prawie autorskim i prawach pokrewnych

Abstrakt

Rzeczywistość wirtualna (VR) stanowi niezwykle dynamicznie rozwijającą się dziedzinę technologii, która wywiera znaczący wpływ na naszą percepcję i sposób postrzegania świata. Identyfikacja obiektów ukrytych dla percepcji wzrokowej w VR pozostaje jednak zagadnieniem wymagającym głębszego zrozumienia i badań. Niniejsza praca ma na celu systematyzację wiedzy na temat procesów percepcji wzrokowej w rzeczywistości wirtualnej oraz identyfikacji obiektów, które pozostają ukryte lub są trudne do wykrycia w tym środowisku. Praca opiera się na przeprowadzonych badaniach eksperymentalnych, które mają na celu zidentyfikowanie czynników wpływających na naszą zdolność do wykrywania obiektów w wirtualnym środowisku oraz ocenę wpływu różnych technik wizualizacyjnych na percepcję ukrytych obiektów. Wyniki tych badań pokazują istotną rolę bodźców wzrokowych podczas korzystania z VR. Pomimo wskazania badanych na to, że zadanie badawcze miało zbalansowany stopień trudności, a bodziec dźwiękowy pozwalał na dokładną lokalizację przeszkód, nawigacja w przestrzeni wirtualnej była dla uczestników frustrująca i obciążająca.

Słowa kluczowe: rzeczywistość wirtualna - percepcja wzrokowa - identyfikacja obiektów - techniki wizualizacyjne - badania eksperymentalne

Abstract

Virtual reality (VR) is an extremely rapidly developing field of technology that is having a significant impact on our perception and the way we perceive the world. However, the identification of hidden objects for visual perception in VR remains an issue that requires deeper understanding and research. The present work aims to systematize knowledge about the processes of visual perception in virtual reality and the identification of objects that remain hidden or are difficult to detect in this environment. The work is based on experimental studies conducted to identify factors that affect our ability to detect objects in a virtual environment and to evaluate the impact of different visualization techniques on the perception of hidden objects. The results of these studies show the important role of visual stimuli when using VR. Despite the subjects' indication that the research task had a balanced degree of difficulty, and that the auditory stimulus allowed for the accurate location of obstacles, participants found navigating the virtual space frustrating and aggravating.

Keywords: virtual reality - visual perception - object identification - visualization techniques - experimental research

Spis treści	
Wstęp.....	4
1. Procesy poznawcze.....	6
1.1. Charakterystyka procesów poznawczych.....	6
1.2. Błędy i obciążenia poznawcze	11
2. Systemy rzeczywistości wirtualnej	15
2.1. Charakterystyka VR.....	15
2.2. Funkcje komunikacyjne realizowane przez VR	18
2.3. Przegląd badań procesów poznawczych z wykorzystaniem technologii VR.....	19
3. Badanie własne nad percepcją w środowisku VR.....	23
3.1. Konstrukcja badania i metodologia	23
3.2. Wyniki badań	28
3.3. Dyskusja	37
Zakończenie.....	41
Bibliografia.....	43
Spis wykresów.....	47
Spis rysunków	47

Wstęp

Wraz z dynamicznym postępem technologicznym i coraz bardziej zaawansowanymi osiągnięciami w dziedzinie informatyki, współczesne systemy komputerowe mają możliwość być coraz bardziej mobilne. Dodatkowo, pojawiały się immersyjne rozwiązania, które pozwalają doświadczać przestrzeń wirtualną w całości za pomocą zmysłu wzroku i słuchu. Tą technologią jest rzeczywistość wirtualna (VR, ang. „Virtual Reality”).

VR, będąca symulacją interakcji z wygenerowanym komputerowo środowiskiem, wykroczyła poza granice tradycyjnych aplikacji rozrywkowych, stając się wielowymiarowym polem badań naukowych i praktycznych zastosowań, takich jak np. przeprowadzenie wirtualnej operacji przez studentów medycyny czy specjalistycznych symulatorów na potrzeby lotnictwa czy wojska. W miarę jak technologie VR zdobywają na popularności i dostępność, ich wpływ na różne dziedziny ludzkiego życia staje się coraz bardziej widoczny.

Wprowadzenie rzeczywistości wirtualnej na arenę publiczną wiąże się z historią stosunkowo długiego procesu ewolucji technologicznej. Już w latach 60. XX wieku (m.in. Sensorama stworzona przez Mortona Helliga w latach 1955-1962 r.) pojawiły się pierwsze zastosowania dla technologii VR, począwszy od maszyn będącą bardziej angażującą zmysły alternatywą dla klasycznego kina, aż do zaawansowanych systemów wspomagających szkolenia lotnicze i militarne. Jednak to dopiero wraz z XXI wiekiem nastąpił przełomowy rozwój, umożliwiający masową komercjalizację i powszechne stosowanie VR. Współczesna popularyzacja technologii VR łączy się z równie dynamicznym postępem w dziedzinie kognitywistyki oraz interdyscyplinarnymi badaniami nad percepcją i interakcją człowieka ze sztucznymi środowiskami.

Zaawansowane badania w dziedzinie kognitywistyki przyczyniły się do głębszego zrozumienia procesów poznawczych i percepcyjnych, które wpływają na naszą zdolność do odbioru oraz interakcji ze światem zewnętrznym. Wykorzystując zdobycze tej dziedziny, dzisiejsze systemy VR są projektowane z uwzględnieniem ludzkich mechanizmów poznawczych, aby zapewnić bardziej immersyjne doświadczenia użytkowników w świecie wirtualnym.

Rozwój różnorodnych metod poruszania się w środowiskach wirtualnych stanowi wyzwanie dla projektantów systemów VR. Od tradycyjnych kontrolerów do bardziej zaawansowanych systemów śledzenia ruchu i interakcji, mnogość tych rozwiązań wpływa na jakość i głębokość doświadczeń w wirtualnym świecie. Wybór odpowiedniej metody

poruszania się ma kluczowe znaczenie dla swobody i poczucia bezpieczeństwa użytkownika, a badania w tym obszarze nadal przyczyniają się do doskonalenia technologii VR.

Wirtualne środowiska umożliwiają użytkownikom interakcję w sposób niespotykany wcześniej, tworząc nowe sposoby wyrażania myśli, emocji oraz przekazywania informacji. Ta zdolność do tworzenia doświadczeń komunikacyjnych w wirtualnej przestrzeni ma ogromny potencjał w dziedzinach takich jak edukacja czy rozrywka.

Niniejsza praca skupia się na problematyce identyfikacji ukrytych dla percepcji wzrokowej przeszkód w rzeczywistości wirtualnej, których zlokalizowanie możliwe jest za pomocą słuchu i dotyku. Analizie poddawane są wyzwania związane z tym zagadnieniem, badając zarówno aspekty techniczne, jak i poznawcze. W kontekście historycznego tła oraz współczesnych trendów w dziedzinie VR, badanie to ma na celu wkroczenie w obszar, gdzie rozwój technologii i ludzkiej percepcji się spotykają, otwierając nowe horyzonty dla twórczości, komunikacji oraz interakcji człowieka ze środowiskami wirtualnymi.

Rozdział pierwszy pracy jest próbą omówienia tego problemu z perspektywy procesów poznawczych, zaś rozdział drugi skupia się na perspektywie technologicznej. Rozdział trzeci jest fuzją uzyskanych uprzednio wniosków oraz obserwacji i wprowadza badanie, które przy pomocy zaprojektowanej uprzednio gry-eksperymentu oraz pobranych danych ankietowych jej uczestników poddaje próbie sformułowaną uprzednio teorię.

1. Procesy poznawcze

Wirtualna rzeczywistość obejmuje swoim wpływem nie tylko pojedyncze zmysły, ale całe nasze poznanie, oddziałuje także na procesy myślowe. Zatem w pracy związanej z technologią VR kluczowym jest wcześniejsze omówienie oraz identyfikacja poszczególnych procesów poznawczych.

1.1. Charakterystyka procesów poznawczych

Nęcka i in. (2006) definiują poznanie jako:

“zdolność człowieka i innych gatunków do odbioru informacji z otoczenia oraz przetwarzania ich w celu skutecznej kontroli własnego działania, a także lepszego przystosowania się do warunków środowiska. Poznaniem nazywamy też ogół procesów i struktur psychicznych, biorących udział w przetwarzaniu informacji.” (s. 23).

Procesy poznawcze pełnią zatem kluczową rolę w życiu każdego człowieka, umożliwiając mu świadome, adaptatywne funkcjonowanie w świecie. Wielozadaniowość ów procesów oraz ich różnorodność wzbudzają duże zainteresowanie badawcze wielu dziedzin naukowych. Wśród nich wymienić można za Nęcką i in. (2006) psychologię poznawczą, badającą reprezentacje poznawcze (Maruszewski, 2011), epistemologię oraz filozofię umysłu badające procesy od strony filozoficznej np. klasyczny problem psychofizyczny dotyczący pytania o to z jakich substancji jest stworzony świat i jakie relacje między owymi substancjami występują (Sadowski, 1999), sztuczną inteligencję związaną z tworzeniem programów komputerowych mogących wykonywać zadania poznawcze oraz kognitywistykę, która procesy poznawcze bada interdyscyplinarnie, łącząc ze sobą takie dziedziny jak psychologię, filozofię, lingwistykę, robotykę, sztuczną inteligencję oraz neuronaukę (Friedenberg i Silverman, 2006).

Tak jak liczne są dziedziny zajmujące się badaniem procesów poznawczych, tak i liczne są wykorzystywane w tym celu metody. Allport (1996, za: Nęcka i in., 2006) wyróżnia obserwację (1), eksperyment laboratoryjny (2), badania kliniczne (3) oraz symulację komputerową (4). Pierwsza metoda opiera się na obserwowaniu badanego w jaki sposób wykonuje daną czynność, jakie są etapy pojawiających się u niego procesów oraz jakie błędy przy tym popełnia. Obserwacja może stanowić pełny opis danej czynności w środowisku naturalnym badanych, tworząc tym samym opis przypadku (tzw. *case study*). Obserwator może być niezależnym badaczem sporządzającym raport o badanym bądź też o samym sobie, prowadząc w ten sposób samoopis (tzw. *self-report*).

Kolejną metodą jest eksperyment laboratoryjny, polegający na wykonywaniu przez badanych określonych zadań w specjalnie przeznaczonych do tego przestrzeni. Nienaturalne warunki odbierają badaniom ekologiczności oraz zwykle są droższe, jednak pozwalają na dokładniejsze badanie wybranych procesów, łatwą replikację oraz większą kontrolę nad zmiennymi i bodźcami zakłócającymi.

Trzecią metodą wykorzystywaną do badania procesów poznawczych są badania kliniczne, analizujące zdolności poznawcze pacjentów, którzy na skutek urazu mechanicznego, wylewu bądź operacji mają upośledzone wybrane zdolności poznawcze. Badanie takich pacjentów pozwala na etyczne zdobycie wiedzy na temat tego jak działają poszczególne procesy oraz jak wpływa na nie uszkodzenie konkretnych struktur mózgowych.

Ostatnią metodą wyróżnioną przez Allporta (1996, za: Nęcka i in., 2006) jest stymulacja komputerowa. Badacze próbują zaprojektować system komputerowy jak najbardziej zbliżony działaniem do ludzkiego umysłu, odkrywając w tym sposób działanie procesów poznawczych oraz dostarczając terminy pozwalające na opis takowych. Dodatkowo autorzy (Nęcka i in., 2006, za: Buckner, Petersen, 1998) wskazują na potrzebę uzupełniania powyższej listy o metodę obrazowania pracy mózgu np. PET (*position emission tomography*) oraz fMRI (*functional magnetic resonance imaging*). Buckner i Petersen (1998) obie metody opisują jako oparte na wspólnej zasadzie – monitorowane zwiększenie aktywności mózgowej konkretnych obszarów są powiązane ze zmianami psychologicznymi następującymi w danym momencie. Autorzy wskazują na liczne możliwości jakie niesie ze sobą łączenie technik psychologicznych i medycznych.

Ilość wspomnianych metod badawczych dobrze obrazuje różnorodność procesów składających się na poznanie. Poniżej pokrótce zostaną omówione podstawowe procesy poznawcze, a następnie procesy złożone. Podział ten został sporządzony w oparciu o podręcznik „Psychologia poznawcza” autorstwa Nęcka, Orzechowskiego oraz Szymury (2006). Podstawowe procesy poznawcze:

1. Uwaga i świadomość - oba te procesy łączy w swojej definicji uwagi James (1890):

“Každy wie, czym jest uwaga. Jest to objęcie w posiadanie przez umysł, w wyraźnej i żywej formie, jednego z wielu możliwych jednocześnie obiektów lub ciągów myślowych. Skupienie, koncentracja świadomości są jej istotą. Oznacza wycofanie się z niektórych rzeczy, aby skutecznie radzić sobie z innymi (...)”¹ (org., s. 403-404).

¹ Tłumaczenie własne. Tekst oryginalny: “Everyone knows what attention is. It is the taking possession by the mind, in clear and vivid form, of one out of what seem several simultaneously possible objects or trains of

Autor podkreśla, że istotą uwagi jest świadomość tego co postrzegamy. Wybór obiektu poddanego uwadze świadczy o selektywności uwagi, która jest niezbędna w obecnej, pełnej informacji rzeczywistości. Nęcka i in. (2006) wymieniają cztery aspekty uwagi tj. selekcję źródła informacji, powodującą odrzucenie pozostałych bodźców np. szumu lub dystraktorów, przeszukiwanie pola percepcyjnego, przedłużoną koncentrację oraz podzielność uwagi, umożliwiającą skupienie się na więcej niż jednym bodźcu.

Należy jednak pamiętać, że świadomość nie zawsze towarzyszy procesowi uwagi, czego dowodem może być na przykład bodziec podprogowy. Jaśkowski i Skalska (2005) zauważają, jednak, że zjawisko nieuświadomionego wpływu na odbiorcę wciąż jest poddawane badaniom i budzi wiele kontrowersji.

2. Kontrola poznawcza wg. Chuderskiego (2010) odpowiada za monitorowanie zachodzących w danym momencie procesów bez ingerencji w ich przebieg (jest to najłagodniejsza postać kontroli poznawczej), regulowanie tj. reagowanie na błędy poznawcze i ich korygowanie oraz sterowanie (najsilniejsza forma kontroli poznawczej), czyli zarządzanie przebiegiem procesów poznawczych.

3. Pamięć - wbrew swojej elementarności dla procesów poznawczych, pamięć można podzielić na wiele rodzajów i funkcji, a przez to trudno jest ją jednoznacznie zdefiniować, dlatego najlepszym wyjaśnieniem owego pojęcia zdaje się “zdolność do przechowywania informacji i późniejszego jej wykorzystania” (Nęcka i in, 2006, s. 320), ponieważ sama natura i czas trwania zbieranych przez nas informacji i zdolności jest różna. Odpowiednio zilustruje to poniższy podział funkcji oraz rodzajów pamięci (Maruszewski, 2011):

- a. Podział pamięci ze względu na długość przechowywania informacji:
 - i. Pamięć sensoryczna - ultrakrótkotrwała pamięć zmysłowa, która następnie przekazywana jest do pamięci krótkotrwałej.
 - ii. Pamięć krótkotrwała - składają się na nią informacje chwilowo znajdujące się w naszej świadomości, jednak przez małą pojemność pamięci krótkotrwałej, informacje są przekazywane dalej, ku pamięci długotrwałej lub też zostają zapomniane.

thought. Focalization, concentration, consciousness are of its essence. It implies withdrawal from some things in order to deal effectively with others (...).”

- iii. Pamięć długotrwała - informacje zawarte w tym rodzaju pamięci są przechowywane przez długi okres czasu, ich ilość także przestaje być ograniczona przez znacznie większą pojemność ów pamięci.
 - b. Podział pamięci ze względu na rodzaj przechowywanych informacji:
 - i. Pamięć semantyczna – są to zapamiętane informacje o świecie, fakty
 - ii. Pamięć epizodyczna - są to informacje związane z naszymi doświadczeniami, wydobywanie ich polega na wspominaniu swojej przeszłości (Jagodzińska, 2012).
 - c. Podział pamięci ze względu na sposób przechowywania i wydobywania informacji:
 - i. Pamięć deklaratywna, na którą składają się pojęcia i informacje, które możemy wydobyć bez względu na kontekst. Najczęściej wiedzę tą jesteśmy w stanie przekazać werbalnie.
 - ii. Pamięć niedeklaratywna, czyli przechowywane przez nas informacje na temat tego jak coś wykonać, zrobić np. nawyki, zautomatyzowane ruchy, których wykonanie jest dla nas proste, jednak werbalny, pozbawiony kontekstu ich opis już nie. Jagodzińska (2012) zwraca uwagę na to, że wiedza ta często utożsamiana jest z pamięcią utajoną, która stanowi jednak szersze pojęcie, na które oprócz umiejętności składa się także torowanie.
 - d. Podział pamięci ze względu na jej dostępność dla naszej świadomości:
 - i. Pamięć jawna, czyli dostępna naszej świadomości. Składają się na nią informacje o których posiadaniu zdajemy sobie sprawę.
 - ii. Pamięć ukryta natomiast zawiera informacje z których nie zdajemy sobie sprawy, a które niespodziewanie dla nas zostają wydobyte np. podczas wspomnianego wcześniej procesu torowania, czyli zwiększonej dostępności do bodźca/informacji z którym mieliśmy już wcześniej pojedynczy lub wielokrotny kontakt (Maruszewski, 2011).
4. Percepcja – jest to proces poznawczy, który nie tylko umożliwia nam kontakt z otaczającym nas światem, ale i naszym systemem nerwowym. Oprócz poznania rzeczywistości, percepcja dostarcza nam informacji o stanie naszych organów oraz położenia naszych kończyn (propriocepcja). Spostrzeganie przebiega w następujący sposób: najpierw docierają do nas zmysłowe doznania za pomocą tzw. recepcji

sensorycznej, by następnie owe informacje zostały zinterpretowane (inaczej spostrzeżone) poprzez percepcję umysłową (Nęcka i in., 2006). Taki przebieg określić można jako proces dół-góra. Istnieje jednak odwrotna możliwość, czyli przebieg percepcji góra-dół. Taki proces, jak sama nazwa wskazuje, rozpoczyna się od naszej wiedzy, wspomnienia bądź wyobrażenia danej rzeczy, zanim ją zobaczymy np. podczas wyszukiwania ukrytych figur geometrycznych na obrazie (Maruszewski, 2011).

Nęcka i in. (2006) wyróżnili także listę złożonych procesy poznawczych na które składają się następujące zdolności:

1. Myślenie i rozumowanie - zdolność analizowania, porównywania i łączenia informacji w celu generowania nowych pomysłów i osiągania wniosków.
2. Rozwiązywanie problemów - proces identyfikowania trudności, opracowywania strategii i podejmowania działań mających na celu osiągnięcie pożądanego celu lub rozwiązanie trudności.
3. Język i mowa - zdolność rozumienia i używania systemów komunikacji w celu przekazywania informacji i interakcji z innymi ludźmi.
4. Wydawanie sądów i podejmowanie decyzji - proces oceny dostępnych informacji, analizy różnych opcji i wybierania najodpowiedniejszych działań lub stanowisk.

Choć procesy poznawcze służą ludziom w rozumieniu otaczającej ich rzeczywistości, paradoksalnie mogą też przyczyniać się do nieprawdziwego jej postrzegania poprzez różnego rodzaju błędy oraz obciążenia poznawcze, które zostaną omówione w kolejnym podrozdziale.

1.2. Błędy i obciążenia poznawcze

Jako że obciążenie poznawcze jest jednym z głównych powodów popełniania błędów poznawczych, warto rozpocząć od opisu właśnie tego zjawiska. Śpiewak (2008), kierując się m.in. teorią Kahnemana z 1973 roku tłumaczy obciążenie poznawcze jako skutek zbyt dużego zapotrzebowania na zasoby poznawcze, które przekracza indywidualne możliwości danej osoby, stanowiąc dla niej zbyt duży wysiłek poznawczy. Już w 1922 roku Lippmann zaznaczał, że świat, z którego ludzie czerpią informacje jest zbyt skomplikowany i niezrozumiały. Napływający nadmiar informacji staje się dla odbiorcy za dużym wysiłkiem. Współcześnie, nasza rzeczywistość z dnia na dzień jest coraz bardziej złożona. Rothert (2011) wymienia różne przyczyny tego stanu, wśród których znajdują się wzmożona dynamika procesów politycznych, globalizacja oraz szybki przepływ informacji (np. za pośrednictwem Internetu). Ogromna liczba bodźców, jeśli nie zostanie uporządkowana, przeciąża ludzi i wprowadza niejasność.

Do badań nad obciążeniem poznawczym najczęściej wykorzystuje się metodę wykonywania zadań równoległych bądź zadania pojedyncze przy których badacz manipuluje poziomem trudności. Te drugie jednak uznawane są za mniej rzetelne. Manipulacja stopniem trudności zadania nie jest dokładnym podejściem do testowania oceny istnienia ograniczonych zasobów poznawczych. Przy pomocy takiej manipulacji trudno określić wyraźne granice wydolności systemu przetwarzania informacji oraz odróżnić ograniczenia wynikające z charakteru informacji od ograniczeń związanych z zasobami (Śpiewak, 2008). W związku z tym znacznie częściej wykorzystywaną do badania obciążenia poznawczego jest metoda równoległych zadań, którą posłużyli się między innymi Kruszewski i in. (2017). Podczas ich badań w symulatorze jazdy, kierowcy brali udział w dwóch eksperymentach, w których oprócz zadania głównego, badani mieli także wykonać zadanie dodatkowe. W pierwszym eksperymencie owo dodatkowe zadanie dotyczyło procesów kognitywnych tj. kierowca skupiał się na jezdni, a jednocześnie miał powtórzyć trzy usłyszane cyfry. W drugim eksperymencie dodatkowe zadanie związane było z percepcją wzrokową tj. zadanie skłaniało kierowcę do odwrócenia wzroku od drogi w celu wyszukania istotnych informacji związanych z jego poprawnym wykonaniem. Próba badawcza podzielona na grupę kierowców doświadczonych i niedoświadczonych składała się z łącznie 76 uczestników (50% kobiet i 50% mężczyzn) w przedziale wiekowym 19-29 lat. Wyniki wykazały, że obie grupy kierowców wraz z postępującym wzrostem trudności zadań odczuwała rosnące obciążenie (mierzone ankietą NASA-TLX), a jakość ich jazdy, czyli jakość wykonania podstawowego zadania pogarszała się.

Innym badaniem obciążenia poznawczego jest eksperyment dotyczący nauki języka obcego w uwzględnieniu zmiennej lęku przed owym językiem (Chen i Chang, 2009). Autorzy podkreślają, że strach odczuwany wobec jakiegoś wyzwania znacząco wpływa na to jak z danym zadaniem będziemy sobie radzić, a zatem powinien także wpłynąć na nasze obciążenie poznawcze. Rzeczywiście badania przeprowadzone na 88 studentach potwierdziły pozytywną korelację lęku przed językiem (badanego Skalą Niepokoju w Klasie Języków Obcych FLCAS) z obciążeniem poznawczym (badanym Skalą Subiektywnej Oceny Obciążenia Poznawczego CLSRS). Dodatkowo obie te zmienne korelowały negatywnie z wynikiem testu językowego.

Jak pokazują przytoczone badania, w wyniku obciążenia poznawczego zaczynamy popełniać błędy poznawcze wśród których najczęściej wymienia się błędy atrybucji oraz heurystyki.

Atrybucja przyczynowości służy nam do zrozumienia powodów zachowania innych ludzi. Brycz (2004) wskazuje jednak na to, że ów proces często ulega deformacji doprowadzając do różnego rodzaju błędnych interpretacji rzeczywistości. Do najważniejszych błędów atrybucyjnych należą (za Wojciszke, 2006):

- Podstawowy błąd atrybucji, który polega na uzasadnianiu cudzych zachowań czynnikami wewnętrznymi np. osobowością, poglądami, przy jednoczesnym niedocenianiu wpływu czynników zewnętrznych np. sytuacyjnych.
- Różnica perspektywy aktor-obserwator, polegająca na tendencji do wyjaśniania cudzych zachowań czynnikami wewnętrznymi, a zachowań własnych czynnikami zewnętrznymi. Brycz (1998) przeprowadziła badanie na 30 studentach, które potwierdziło, że badani bezpośrednio zaangażowani w eksperyment (tzw. aktorzy) wyjaśniali cudze zachowanie poglądami ocenianej osoby, mimo iż wyczytywała ona jedynie opinię na wręzonej jej przez badaczy kartce. Natomiast badani pełniący funkcję obiektywnego obserwatora już tego błędu nie popełniali.
- Egotyzm atrybucyjny, czyli tendencja do wyjaśniania swoich zachowań tak, aby ukazać się w dobrym świetle. Często wiąże się też z wyjaśnianiem swoich sukcesów czynnikami wewnętrznymi ("mój sukces to moja zasługa") oraz porażek czynnikami zewnętrznymi ("za moją porażkę odpowiadają inni, nie miałem na to wpływu").
- Egocentryzm atrybucyjny oznacza przypisywanie sobie nieproporcjonalnie większych zasług w osiągnięciach zespołowych. Ross i Sicioly (1979) przeprowadzili badanie, w którym 37 par małżeńskich miało za zadanie przypisać sobie w procentach, ile obowiązków domowych wykonują. Aż 27 par po zsumowaniu podanych przez

partnerów procentów przekroczyło 100%, czyli przeceniało swój wkład w wypełnianiu obowiązków domowych.

Obciążenia poznawcze wynikające z natłoku informacji lub zbyt krótkiego czasu na podjęcie decyzji prowadzą do różnego rodzaju heurystyk, czyli “uproszczonych reguł myślenia pozwalających na formułowanie sądów bez analizy większości informacji, na których sąd powinien się opierać” (Wojciszke, 2006, s. 81). Jednakże, choć są one pomocne, ich natura sprzyja możliwości popełnienia przez nas błędów poznawczych lub zniekształceń poznawczych. Poniżej zostaną przedstawione i omówione kluczowe heurystyki (za Wojciszke, 2006).

Heurystyka dostępności opiera się na ocenianiu częstotliwości lub prawdopodobieństwa na podstawie łatwości, z jaką możemy przywołać przykłady danego zdarzenia. Zazwyczaj faktycznie najłatwiej jest przypomnieć sobie wydarzenia, które często występują. Niemniej istnieje ryzyko, że wpadniemy w pułapkę, ponieważ poza powtarzalnymi wydarzeniami, łatwo pamiętamy także rzadkie, lecz wyjątkowe i spektakularne zdarzenia. Na przykład, jeśli byliśmy świadkami nietypowego wypadku samochodowego spowodowanego przez kobietę, możemy w wyniku heurystyki łatwo aktywizować stereotyp kobiety jako nieudolnej kierowczyny (lub analogicznie, nieudolnego kierowcy).

Heurystyka zakotwiczenia/dostosowania występuje, gdy oceniamy pewną wartość liczbową (np. częstotliwość, prawdopodobieństwo) poprzez odwołanie się do innej, już dostępnej nam liczby (np. podanej przez inną osobę), którą dostosowujemy do kontekstu i naszej wiedzy. Ta dostępna liczba pełni rolę "kotwicy", która wprowadza ograniczenia do naszego myślenia w określonym zakresie. Przykładem może być chęć zakupu domu u agenta nieruchomości. Podaną przez niego cenę traktujemy jako zawyżoną, więc będziemy próbować tą cenę obniżyć, jednak i tak nasze próby zmniejszenia ceny będą oscylować wokół podanej przez agenta kwoty. Oznacza to, że im wyższa będzie podana kwota tym wyżej będziemy wyceniać interesującą nas nieruchomość.

Heurystyka symulacji opiera się na tworzeniu wyobrażeń o przebiegu pewnego wydarzenia i opieraniu na tych wyobrażeniach naszych osądów. Im łatwiej jest nam stworzyć symulację danego zdarzenia, tym bardziej zdaje się ono prawdopodobne. Jeśli w dzieciństwie w telewizji oglądaliśmy wiadomości, w których przestępcami były osoby czarnoskóre czy też wytatuowane, wyobrażając sobie “typowego przestępcę” będzie nam łatwo nadać mu zapamiętane przez nas cechy. Jednocześnie trudniej będzie nam stworzyć symulację na przykład białej kobiety łamiącej prawo.

Heurystyka reprezentatywności występuje, kiedy dokonujemy oceny przynależności obiektu do określonej kategorii na podstawie stopnia jego podobieństwa do typowych przykładów tej kategorii. Gdy kategoryzujemy ludzi, opieramy się na tym, jak bardzo dana osoba przypomina stereotypowych przedstawicieli danej grupy. Przykładem może być zawód jaki przypiszemy osobie, o której wiemy, że jest cicha, introwertyczna, drobnej postury oraz lubi czytać książki. Znacznie szybciej do głowy przyjdzie nam zawód bibliotekarza niż np. profesjonalnego trenera aikido, choć przecież wykonywanie takiego zawodu przez opisaną nam osobę również byłoby możliwe.

Mimo opisanych powyżej błędów poznawczych, warto pamiętać, że atrybucje i heurystyki to kategoryzacje, które pozwalają nam się skutecznie zaadaptować w trudnych dla nas sytuacjach i mimo popełnianych przez nas błędów, końcowo i tak jest nam łatwiej funkcjonować w obecnym, skomplikowanym świecie (Macrae, 1999).

2. Systemy rzeczywistości wirtualnej

Badanie procesów poznawczych za pomocą rzeczywistości wirtualnej (VR) stanowi istotny obszar badań naukowych. Dzięki VR naukowcy mogą stworzyć kontrolowane środowisko, które pozwala na eksperymentowanie z różnymi aspektami percepcji, uwagi, pamięci, myślenia i innych procesów poznawczych. Przy użyciu zaawansowanych technologii VR można symulować różne scenariusze, od realistycznych poziomów stresu do skomplikowanych wyzwań rozwiązywania problemów, co pozwala lepiej zrozumieć, jak ludzki umysł funkcjonuje w różnych kontekstach. Badania wirtualną rzeczywistością mają również potencjał zastosowania w poprawie zdolności kognitywnych, rehabilitacji po urazach mózgu oraz projektowaniu interfejsów użytkownika, które są bardziej zgodne z ludzkimi procesami poznawczymi, co sprawia, że VR znajduje coraz to nowe zastosowania w dziedzinach psychologii i nauk kognitywnych.

2.1. Charakterystyka VR

Rzeczywistość wirtualna to stworzona za pomocą technologii komputerowych przestrzeń, w której użytkownicy mogą się zanurzyć i interaktywnie oddziaływać z wirtualnymi elementami. To symulowane środowisko, które obejmuje wizualne, słuchowe i często nawet kinestetyczne elementy, tworząc wrażenie, że osoba znajduje się w innym miejscu lub czasie.

Wirtualne środowiska nie są jedynie statycznymi obrazami – umożliwiają użytkownikom aktywne oddziaływanie z otoczeniem. Zaawansowane kontrolery, gesty, ruch ciała i technologie śledzenia ruchu pozwalają na interakcje z wirtualnymi obiektami, otwierając drzwi do nowych sposobów komunikacji i eksploracji. Różnice pomiędzy konkretnymi modelami urządzeń typu VR mogą być znaczące, jednak Laurel (2016) wyodrębnia kilka kluczowych cech wspólnych:

Kompletne objęcie naszych zmysłów, które powoduje uczucie głębokiego zanurzenia w stworzonym środowisku. Jest to osiągane poprzez zastosowanie zaawansowanych technik graficznych, dźwiękowych oraz interakcyjnych, które wspólnie tworzą iluzję realistycznego otoczenia.

Wpływ na ludzką percepcję głębi i paralaksy ruchu – podczas normalnego widzenia, percepcja głębi jest możliwa dzięki kilku systemom. Jednym z nich jest muskulatura wokół oka i deformacja soczewki oka. Na podstawie tych informacji mózg "oblicza" punkt zbieżności

zwany „punktem ogniskowym”. Kolejnym jest percepcja rozmiaru i postrzeganego ruchu bliskich i dalekich obrazów.

Dźwięk przestrzenny, który jest istotnym aspektem immersyjności. Dźwięk powinien pasować do ruchów i pozycji uczestnika oraz odwzorowywać akcję dziejącą się w rzeczywistości wirtualnej.

Możliwości śledzenia kierunku ruchu uczestnika niezależnie od kierunku spojrzenia, co pozwala na zachowanie swobody ruchu dla uczestnika rzeczywistości wirtualnej.

„Jedyną kamerą jest sensorium uczestnika”, co oznacza, że punktem odniesienia percepcji uczestnika w rzeczywistości wirtualnej powinno być jego wirtualne ciało. Wynika to z tego, że celem systemów VR jest osiągnięcie uczucia immersji dla uczestnika, a umiejscowienie punktu widzenia w innym miejscu niż wirtualne oczy uczestnika tworzy pewien rodzaj doświadczeń pozacielesnych, co jest sprzeczne z oczekiwanym efektem immersji.

Naturalne gesty i ruchy – im ruchy wykonane przez nasze kończyny powodują bardziej zbliżone ruchy do tych, których byśmy spodziewali się w świecie rzeczywistym, tym zwiększa się poczucie immersji i obecności. Wymaga to przemyślanej i zaawansowanej technologicznie konstrukcji sprzętu, szczegółowego zaimplementowania algorytmów odpowiadających za fizykę jak i zachowanie świata wirtualnego oraz jego odpowiedzi na nasze ruchy i akcje.

Możliwości tworzenia narracji – za najskuteczniejszą formę opowiedzenia historii w świecie VR uważane jest pozwolenie uczestnikowi na samodzielne przemierzenie świata wirtualnego. Autor świata musi zaprojektować wskazówki i ułatwienia, które mają zachęcić uczestnika do dokonywania narracyjnie interesujących wyborów, a uczestnik tworzy historię poprzez kolejne ich odkrywanie.

„Zasada działania” (eng. *Principle of action*), która stanowi o tym, że uczestnik musi mieć możliwości poruszania się po scenie (kinestezja i propriocepcja). Uczestnik musi być w stanie podejmować działania w świecie i dostrzegać ich konsekwencje. Jest to część większego poczucia osobistej sprawczości.

Wymienione cechy to fundamentalne elementy systemu, który pozwala użytkownikowi na w pełni zanurzenie się w wirtualnym środowisku, co zwane jest immersją. Rzeczywistość wirtualna stwarza nie tylko wizualne wrażenie obcowania z innym światem, ale również zaangażowanie innych zmysłów, takich jak słuch i dotyk. To kompleksowa symulacja, która wymaga precyzyjnych technologii, takich jak śledzenie ruchu i dźwięk przestrzenny, aby dostarczyć uczestnikowi naturalne doświadczenie.

Dodatkowo, rzeczywistość wirtualna umożliwia kontrolowanie perspektywy i punktu widzenia uczestnika, co jest kluczowe dla poczucia immersji. Ważne jest, aby uczestnik czuł

się jak część tego wirtualnego świata, a więc jego ruchy i perspektywa muszą być odwzorowane w sposób, który jest zgodny z rzeczywistością wirtualną.

Narracja odgrywa także istotną rolę w VR, umożliwiając uczestnikowi aktywne uczestnictwo w kreowaniu historii. Twórcy świata wirtualnego muszą zapewnić możliwość podejmowania decyzji i eksploracji, aby uczestnik mógł swobodnie wpływać na rozwój narracji.

Wreszcie, zasada działania oraz poczucie osobistej sprawczości pozwalają uczestnikowi na czucie, że to on sam wpływa na wydarzenia w wirtualnym świecie. To daje uczestnikowi pełną kontrolę nad swoimi działaniami i wrażeniem, że jest aktywnym uczestnikiem wirtualnej rzeczywistości. Wszystkie te elementy sprawiają, że badanie procesów poznawczych za pomocą VR staje się coraz bardziej efektywne i zaawansowane.

Immersja, na której intensywność wpływają wymienione powyżej czynniki, oferuje nowe możliwości w kontekście badania procesów poznawczych. Sidey Myoo (2022) dostrzega, że immersja stanowi istotny element tworzenia i interpretacji dzieł sztuki w świecie wirtualnym. Artystyczne projekty wykorzystujące VR mogą dostarczać uczestnikom niezwyklej doświadczeń, które są niemożliwe do osiągnięcia w świecie rzeczywistym. To właśnie immersja pozwala na to, aby uczestnicy stali się aktywnymi uczestnikami wirtualnych dzieł sztuki, wchodząc w interakcję z nimi w bardziej zaawansowany sposób niż to jest możliwe w tradycyjnym środowisku wystawowym.

Ogólnie rzecz biorąc, badanie procesów poznawczych w kontekście VR otwiera nowe możliwości zrozumienia, jak ludzki umysł reaguje na immersyjne doświadczenia i jakie procesy poznawcze są zaangażowane w interakcje w wirtualnym środowisku. Rozważając sztukę VR i jej wpływ na percepcję oraz działania, badacze mogą w pełni wykorzystać potencjał rzeczywistości wirtualnej w badaniach nad ludzkim umysłem.

2.2. Funkcje komunikacyjne realizowane przez VR

W czasach, kiedy praca zdalna jest coraz popularniejszą formą zatrudnienia, kiedy podróżujemy więcej i utrzymujemy relacje z osobami oddalonymi od nas na co dzień o setki czy tysiące kilometrów, narzędzie wspierające komunikację i współpracę zdalną są potrzebne jak nigdy dotąd. Li, J., Vinayagamoorthy i inni (2021) zauważają, że VR jako rozwijające się medium ma możliwość wspierania komunikacji przez Internet w bardziej naturalny i immersyjny sposób.

VR jest też pierwszym środkiem komunikacji, który nie tylko potrafi dostarczyć żywych i wyrazistych bodźców, ale wręcz ująć psychologię tego, w jaki sposób nowe wspomnienia są tworzone (Á. B. Csapó, I. Horváth, P. Galambos i P. Baranyi). Do najpopularniejszych zastosowań komunikacyjnych VR należą między innymi:

- Wirtualne spotkania: Jednym z najważniejszych zastosowań VR w komunikacji są wirtualne spotkania. Umożliwiają one uczestnikom uczestniczenie w rozmowach w trójwymiarowym otoczeniu, co może znacząco poprawić jakość komunikacji na odległość.
- Wirtualne konferencje: VR umożliwia organizowanie wirtualnych konferencji, na których uczestnicy mogą wybrać swoje wirtualne siedzenia i w pełni angażować się w dyskusje i prezentacje.
- Socjalizacja w wirtualnym świecie: VR pozwala użytkownikom na budowanie awatarów, które są ich cyfrowymi wizerunkami i interakcje z innymi użytkownikami w wirtualnym środowisku. To tworzy nowe możliwości społecznej interakcji.
- Edukacja na odległość: Wirtualna rzeczywistość może być wykorzystywana do zdalnego nauczania, umożliwiając studentom uczestnictwo w lekcjach i wykładach, jako że są fizycznie oddzielone od nauczyciela.
- Rozrywka wieloosobowa: Gry wirtualnej rzeczywistości pozwalają użytkownikom na wspólną zabawę i rywalizację w wirtualnym środowisku, co stanowi formę komunikacji społecznej.
- Budowanie Wirtualnych Świadomości: Dzięki VR można tworzyć wirtualne projekty edukacyjne, takie jak wirtualne muzea czy ścieżki edukacyjne. Uczestnicy mogą eksplorować wirtualne repliki miejsc, dzieł sztuki czy wydarzeń historycznych

2.3. Przegląd badań procesów poznawczych z wykorzystaniem technologii VR

Technologia VR jest obecnie popularnym, acz stosunkowo nowym zjawiskiem dla wielu osób. Jednym z jej głównych potencjałów jest możliwość głębokiej immersji, którą Kubiński (2016) definiuje jako „wrażenie niezmediatyzowanego uczestnictwa, bezpośredniej obecności w cyfrowej przestrzeni generowanej komputerowo, wynikające między innymi z zaangażowania wywołanego przez różne czynniki” (s. 51). Badania Moniuszko i Szymczyk (2021) pokazują, że uczestniczenie w ukazanych zdarzeniach poprzez komputer stacjonarny, wywołuje znacznie mniejszą immersję niż poprzez VR. U wszystkich dwudziestu badanych puls oraz stres był wyższy podczas grania w goglach VR niż podczas grania na komputerze stacjonarnym z myszką i klawiaturą (gra niezależnie od sprzętu miała taki sam przebieg oraz oprawę muzyczno-graficzną). Dodatkowo w ankiecie wszyscy badani zadeklarowali odczuwanie większych emocji podczas grania w VR niż na PC oraz aż 95% badanych zadeklarowało większe zaangażowanie podczas grania w goglach niż na komputerze. Sami autorzy badania podkreślają, że technologia VR dostarcza nowych możliwości nie tylko w branży rozrywkowej, ale także m.in. badawczej.

W psychologii klinicznej technologia VR jest wykorzystywana właśnie do celów badawczych. Cyranek (2018) wskazuje na ogromną przydatność ów technologii w przeprowadzaniu badań diagnostycznych w zakresie sprawnych lub uszkodzonych neuropsychologicznych funkcji poznawczych. Testy potwierdzają bowiem, że badania przeprowadzane w wirtualnej rzeczywistości są tak samo diagnostyczne jak te przeprowadzane na żywo np. zadanie NI-VCT (ang. Nonimmersive Virtual Coffee Task) (Besnard i in., 2016, za: Cyranek, 2018). Technologia VR pozwala także tworzyć nowe testy badające sprawność procesów poznawczych np. VRST (Canty i in., 2014, za: Cyranek, 2018). Zresztą należy pamiętać, że wykorzystanie w psychologii technologii VR nie zamyka się jedynie w badaniach. Możliwość kreowania konkretnego, immersyjnego otoczenia jest także wykorzystywana podczas terapii ekspozycyjnej, czyli procesu leczenia najczęściej zespołu stresu pourazowego (PTSD) poprzez wystawienie pacjenta na środowisko fobiczne bez realnego zagrożenia z możliwością przerwania ekspozycji w dowolnym momencie (Łukowska, 2011). Technologia VR pozwala także stworzyć zadania ćwiczące bądź rehabilitujące zdolności poznawcze u m.in. dzieci z ADHD (Rizzo i in., 2000) lub osób starszych (Łukowska, 2011).

Technologia VR ma również swoje zalety w edukacji m.in. dodając do nauki elementy immersyjne i rozrywkowe np. zwiedzanie piramid (Markowski, 2018), szybkość w przygotowaniu odpowiedniego do zadania bądź lekcji środowiska oraz jego usunięcie (poprzez

technologię VR zajmie chwilę w porównaniu do ręcznego, fizycznego dostosowania klasy) czy lepsze udogodnienie dla uczniów przewlekle chorych (Deshmukh i in., 2023). Z badania Shin (2017) wykorzystującego zarówno technikę eksperymentalną jak i ankietową wynika, że takie afordacje technologii VR jak immersja, poczucie uczestnictwa, użyteczność i wygoda, empatia oraz ucieleśnienie doświadczeń pozytywnie wpływają na edukacyjne walory aplikacji/zadań opartych na ów technologii. Warto zwrócić uwagę, że wartości edukacyjne technologii VR nie muszą się jedynie ograniczać do szkolnych warunków ani treści przeznaczonych tylko dla dzieci i młodzieży.

Przykładem edukacyjnej gry może być projekt Doungutha oraz Theppituck (2023) mający na celu stworzenie gry przygodowej przygotowującej do tsunami wywołanego trzęsieniem ziemi. Łącznie było trzydziestu badanych, którzy wzięli udział w grze. Wyniki jasno wskazały, że najwyżej został oceniony aspekt nauki opartej na percepcji wzrokowej, następnie słuchowej, a na końcu kinestetycznej. Nowa wiedza uzyskana za pomocą infografik pojawiających się podczas gry oraz nowo nabyte doświadczenie znacząco podniosły poziom wiedzy badanych na temat odpowiedniego zachowania podczas klęski żywiołowej jaką jest tsunami. Autorzy badania zaznaczają, że najstarsza grupa wiekowa badanych tj. w przedziale wiekowym 41-60 lat podeszła do testu z największą niechęcią, wskazując na swoją niemożność nadążenia za najnowszą technologią.

Technologia VR może także pomóc w bezpiecznym zbieraniu informacji na temat skuteczności programów zapobiegających wypadkom drogowym. Schöning i jego współpracownicy (2023) za pomocą technologii VR oraz gry Grand Theft Auto V stworzyli immersyjny, realistyczny symulator różnych potencjalnie niebezpiecznych dla rowerzystów sytuacji na drodze. Zaprojektowany system obsługuje trzy grupy użytkowników:

- 1) Rowerzysta - osoba bezpośrednio biorąca udział w badaniu, która kieruje rowerem. Symulator winien być dla niej intuicyjny, a sam udział w badaniu bezpieczny, aczkolwiek na tyle immersyjny i realistyczny, aby jej reakcje na niebezpieczeństwa dobrze odwzorowywały realny przebieg takiego zdarzenia.
- 2) Osoba nadzorująca - osoba obecna w symulacji, która konfiguruje oraz kontroluje symulację. Jej zadaniem jest zadbanie o poprawny przebieg badania, pilnowanie ram czasowych przeznaczonych dla każdego badania oraz pilnowanie, aby każdy rowerzysta mógł doświadczyć jak najbardziej zbliżonego przebiegu wydarzeń (powtarzalność badania).
- 3) Deweloper – w tym przypadku będzie to deweloper CET (Cognitive Enhancement Technology), czyli technologii wspomagania poznawczego, która będzie w omawianym

symulatorze ewaluowana. Deweloper nie bierze bezpośredniego udziału w symulacji, jednak będzie mieć możliwość otrzymania dokładnych wyników oraz decydowania o wprowadzanym interfejsie.

Łącznie przebadano sześć osób, które w przeprowadzonej ankiecie w większości uznały symulator za łatwy w użyciu, jednak zgłoszono także kilka problemów z system, które zmniejszały realizm symulacji m.in. dotyczących danych wejściowych. Badani w większość ocenili symulator jako bezpieczny, innowacyjny i ciekawy, natomiast same badania okazały się powtarzalne i modyfikowalne. Problemem okazał się realizm danych wejściowych, które w przyszłości powinny być poprawione.

Symulatory oparte na technologii VR zaczęły być także wykorzystywane w dziedzinach medycznych. Łajczak i in. (2023) opisuje rosnącą popularność niemieckiego symulatora Eyesi, który pozwala na wykonania wirtualnej operacji zaćmy, która jest jednym z najtrudniejszych zabiegów o licznych możliwych komplikacjach. W latach 2009-2016 przeprowadzono najliczniejsze badanie skuteczności symulatora Eyesi, które opublikowano w 2019 roku (Royal College of Ophthalmologists, za: Łajczak i in., 2023). Porównano ze sobą trzy grupy:

- 1) operacje zaćmy przeprowadzone bez wcześniejszego korzystania z Eyesi (6919 operacji),
- 2) operacje zaćmy przeprowadzone po wcześniejszym treningu na Eyesi (8648 operacji, łącznie 48,5% wszystkich branych pod uwagę zabiegów)
- 3) operacje zaćmy przeprowadzone w ośrodkach bez dostępu do Eyesi (2264 operacji).

W grupie trzeciej (bez dostępu do Eyesi) wystąpiło 86 powikłań, czyli 3,8% wykonanych operacji. W grupie pierwszej (nie korzystającej z Eyesi) wystąpiło 224 powikłań, czyli 3,53% wykonanych operacji. Natomiast w grupie drugiej, w której lekarze przez operacją wzięli udział w treningu symulatora Eyesi wystąpiło jedynie 225 powikłań, czyli 2,6% przeprowadzonych zabiegów. Badanie udowadnia skuteczność wykorzystania technologii VR w symulatorze medycznym.

Technologia VR nie tylko pozwala badać i trenować procesy poznawcze, ale także umożliwia ich regenerację poprzez odpoczynek i medytację. Dongyun Han wraz ze współpracownikami (2023) zbadał na 40 osobach wpływ jednej tradycyjnej metody relaksacyjnej tj. siedzenie w ciszy oraz dwóch metod relaksacyjnych oferowanych przez wirtualną rzeczywistość: medytację podczas przebywania na immersyjnej plaży oraz “Smash Room” czyli przebywanie w wirtualnym pokoju, w którym badani mogli niszczyć przedmioty, dając upust swoim emocjom i napięciu fizycznemu. Wyniki pokazały, że wszystkie trzy metody obniżały poziom stresu badanych, jednak najbardziej skuteczna okazała się medytacja VR.

Wszystkie powyżej przedstawione źródła udowadniają zasadność wprowadzania technologii VR do badań związanych z procesami poznawczymi. Waligórski (2023) wskazuje nawet na możliwość zbadania procesu echolokacji, którego jako gatunek ludzki nie posiadamy, a który za pomocą wirtualnej rzeczywistości możemy odczuć. Autor podkreśla, że technologia VR może przyczynić się do lepszego, mniej antropocentrycznego rozumienia świata i natury.

3. Badanie własne nad percepcją w środowisku VR

W miarę jak coraz większa liczba jednostek eksploruje i interaktywnie uczestniczy w wirtualnych światach, narasta potrzeba dokładniejszego zrozumienia, jak procesy poznawcze człowieka wpływają na jego percepcję, myślenie oraz działanie w rzeczywistości wirtualnej. Jednym z kluczowych obszarów badawczych, który nabiera szczególnego znaczenia, jest analiza i identyfikacja błędów poznawczych w kontekście VR. Te błędy, wynikające z ludzkiej percepcji i przetwarzania informacji w wirtualnym otoczeniu, mogą znacząco wpłynąć na efektywność, bezpieczeństwo oraz jakość doświadczeń w VR. W związku z tym, istnieje potrzeba przeprowadzenia badań eksploracyjnych, mających na celu analizę i zrozumienie możliwości i ograniczeń mechanizmów ludzkiej percepcji w kontekście środowisk wirtualnych.

Niniejsze opracowanie koncentruje się na dążeniu do zgłębienia tego zagadnienia oraz na identyfikacji mechanizmów poznawczych, które wpływają na jakość i skuteczność interakcji w rzeczywistości wirtualnej.

3.1. Konstrukcja badania i metodologia

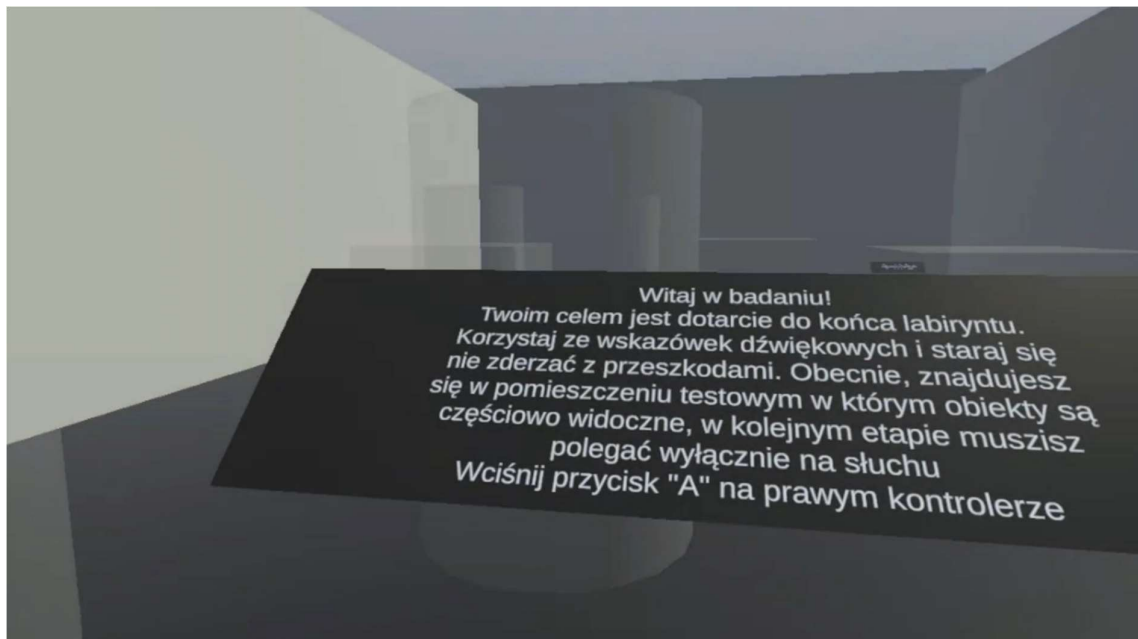
Celem opracowanego badania było zbadanie wpływu dźwięku na możliwość identyfikacji obiektów ukrytych dla percepcji wzrokowej w rzeczywistości wirtualnej. Na potrzeby zrealizowania celu stworzono kwestionariusz ankietowy oraz autorską aplikację-grę o nazwie „Labirynt”. Najważniejsze założenia, jakie miała spełnić aplikacja:

- Aplikacja współpracuje ze sprzętem typu VR.
- Aplikacja umieszcza użytkownika w wirtualnym środowisku składającym się z dwóch zamkniętych pomieszczeń; pomieszczenia treningowego i znacznie większego pomieszczenia właściwego.
- Środowisko te próbuje odwzorowywać rzeczywiste rozmiary i zasady fizyki. Jednostką odległości stosowaną w świecie gry jest wirtualny metr, który jest możliwie najdokładniejszym dla percepcji odwzorowaniem metra.
- Celem gry było dotarcie do szachownicy znajdującej się na końcu pomieszczenia; dwukrotnie, dla każdego z pomieszczeń.
- Czynnikiem utrudniającym osiągnięcie tego celu są niewidoczne przeszkody rozmieszczone w pomieszczeniach. Ich lokalizację można ustalić za pomocą bodźca dźwiękowego, który pojawia się przy zbliżaniu do obiektów.

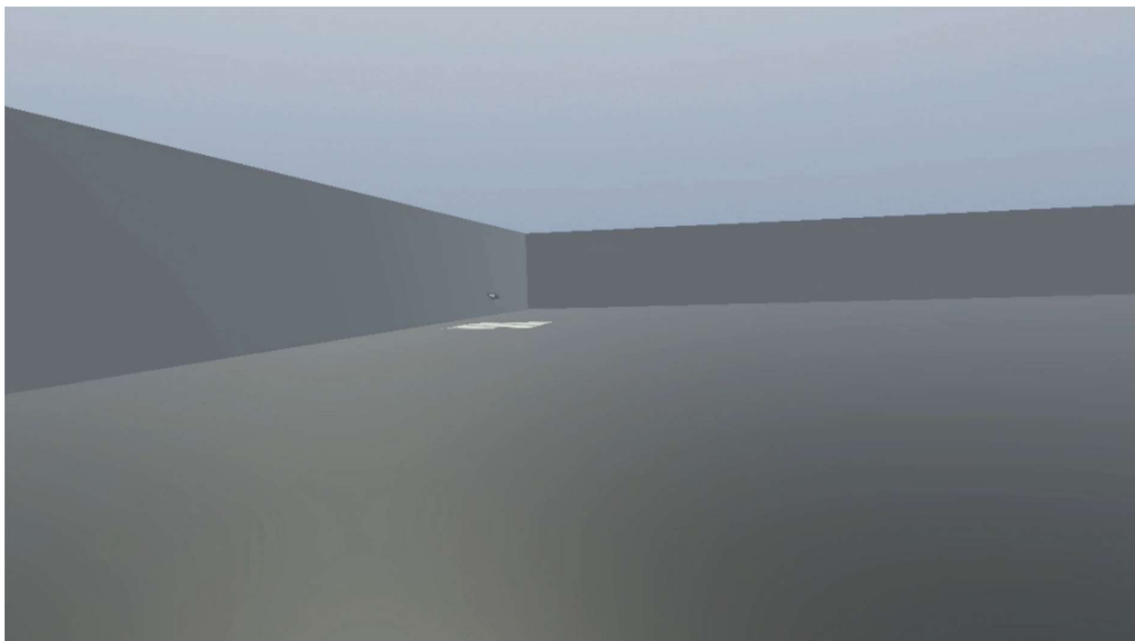
- Bodziec ten to jednostajny dźwięk o wysokiej częstotliwości, przypominający pischczenie.
- Bodziec dźwiękowy jest przestrzenny (można ustalić jego źródło na podstawie kierunku, z którego się dobywa). Zaczyna być słyszalny w odległości 1.7 wirtualnego metra od przeszkody, osiąga największą intensywność poniżej 1 wirtualnego metra.
- Moment, w którym bodziec dźwiękowy osiągnął najwyższą intensywność traktowany jest jako kolizja. Następna kolizja nie będzie policzona, dopóki nie oddalimy się od przeszkody na odległość minimum 1.7 wirtualnych metrów.
- W czasie trwania badania mierzone są następujące zmienne: czas przejścia, długość obranej drogi (w wirtualnych metrach), ilość kolizji.
- Pierwsze pomieszczenie będące pomieszczeniem testowym ma pozwolić uczestnikowi zapoznać się z zasadami poruszania się i działania gry. Nie są tam prowadzone żadne pomiary, a przeszkody mają wysoki stopień transparentności zamiast bycia w pełni niewidocznymi.

Do stworzenia aplikacji „Labirynt” użyto silnika gier „Unity”. Kod aplikacji został umieszczony w serwisie GitHub i jest dostępny pod następującym linkiem:

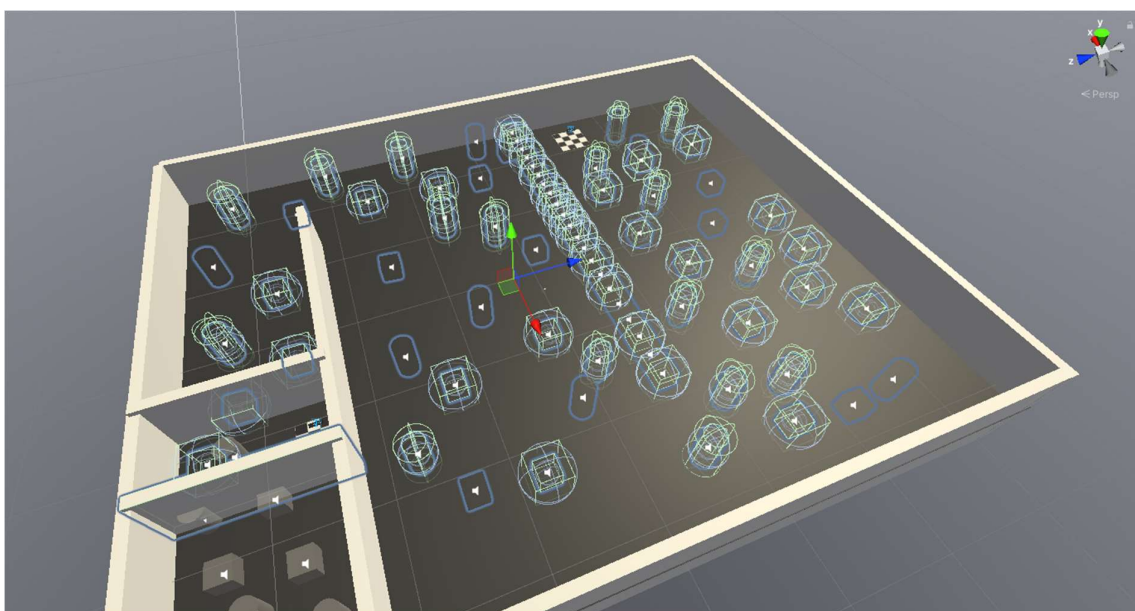
<https://github.com/Wiciaki/SoundResearchVRGame>



Rys. 1. Interfejs gry po jej uruchomieniu



Rys. 2. Środowisko gry, czyli pomieszczenie zawierające niedostrzegalne przeszkody



Rys. 3. Ilustracja z lotu ptaka przedstawiająca kontury niewidocznych w trakcie badania przeszkód

Wśród pobieralnych plików można znaleźć również nagranie demonstrujące działanie aplikacji (folder Recording) oraz użyty bodziec dźwiękowy (sound.mp3, folder Assets).

Badania przeprowadzono za pomocą urządzenia VR Meta Oculus Quest 2 oraz Arkuszy Google w celu zebrania danych ankietowych. Badania zostały przeprowadzone od 02.08.2023r. do 22.08.2023r. W badaniu wzięło udział 25 osób, których zadanie polegało na zagranie w grę „Labirynt” oraz uzupełnienie ankiety zaraz po jej zakończeniu. Jednemu badanemu nie udało się ukończyć gry.

W skład wspomnianej ankiety wchodziły kwestionariusze NASA-TLX i UEQ oraz pytania własne. Wszystkie pytania w ankiecie z wyjątkiem pytań o id, wiek oraz płeć biologiczną miały formę 7-stopniowej skali Likerta.

NASA-TLX (ang. NASA Task Load Index), to powszechnie stosowane narzędzie oceny subiektywnego obciążenia percepcyjnego. Jest to wielowymiarowy instrument oceny, który służy do pomiaru subiektywnego obciążenia percepcyjnego w celu oceny efektywności zadania, systemu lub zespołu, a także innych aspektów wydajności (obciążenie zadania). Narzędzie to zostało opracowane przez Grupę Wydajności Człowieka w NASA Ames Research Center w trakcie trzyletniego procesu rozwoju, który obejmował ponad 40 symulacji laboratoryjnych.

NASA-TLX ma na celu pozyskanie informacji od uczestników lub operatorów na temat ich własnego subiektywnego obciążenia percepcyjnego podczas wykonywania określonych zadań lub interakcji z systemami. Ocenia ono różne wymiary obciążenia percepcyjnego, takie jak mentalna, fizyczna i temporalna trudność zadania, poziom stresu czy poziom wysiłku, aby dostarczyć holistyczny obraz tego, jak dana czynność jest odbierana przez jednostkę lub zespół. Dzięki temu narzędziu badacze, projektanci systemów oraz inżynierowie mogą lepiej zrozumieć subiektywne doświadczenia użytkowników i dostosować projekty oraz środowiska pracy w celu optymalizacji wydajności i komfortu. Jest ono więc nieocenionym narzędziem w badaniach nad człowiekiem i technologią, szczególnie w kontekście złożonych zadań i systemów.

Kwestionariusz doświadczenia użytkownika UEQ (ang. User Experience Questionnaire), to powszechnie wykorzystywany kwestionariusz służący do pomiaru subiektywnego wrażenia użytkowników w kontekście doświadczenia z produktami. UEQ jest narzędziem, które opiera się na semantycznym różnicowaniu i składa się z 26 pozycji. Skorzystano z kwestionariusza User Experience przy pominięciu trzech następujących pozycji: „Czy interfejs działa stabilnie i bezawaryjnie?”, „Czy interfejs pozwala na osiągnięcie zamierzonych celów?”, „Czy interfejs pozwala na łatwe odzyskanie danych po awarii?”.

Usunięcie tych konkretnych pytań z ankiety miało na celu optymalizację i precyzję badania oraz zapewnienie, że zebrane odpowiedzi będą bardziej istotne i koncentrowały się na kluczowych aspektach badawczych. Uznano, że w niewielkim stopniu odnoszą się one do

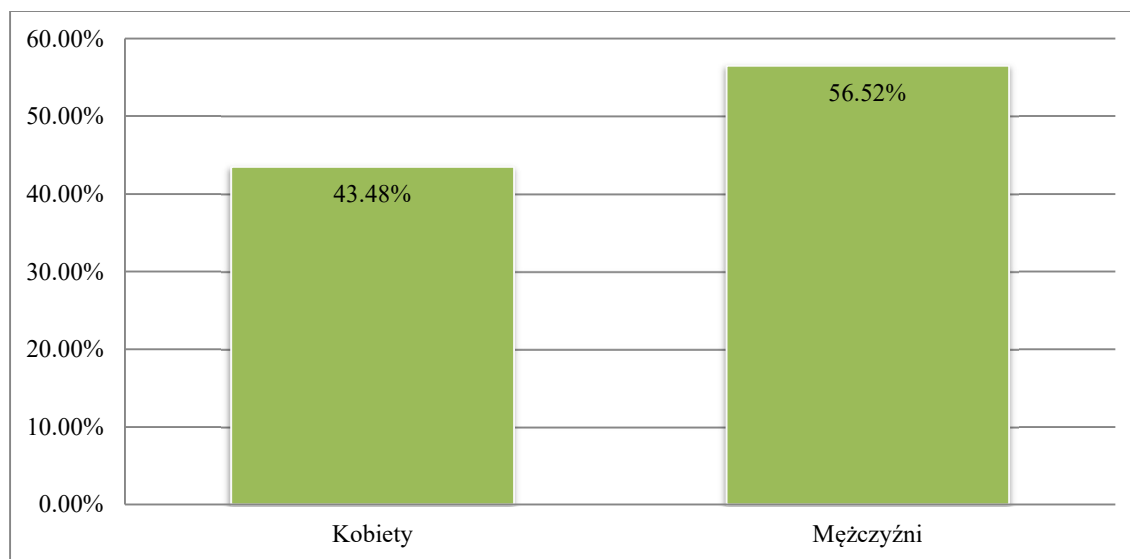
zaprojektowanego badania, a tym samym nie są one istotne i mogłyby być niezrozumiałe dla badanych. W rezultacie usunięcie tych pytań z ankiety umożliwiło bardziej precyzyjne i skoncentrowane badanie, co z kolei przyczyniło się do uzyskania bardziej wartościowych i zrozumiałych wyników.

Zastosowane pytania własne dotyczyły samych badanych oraz odczuć związanych z bodźcami dźwiękowymi zaprezentowanymi w grze i wpływu bodźców dźwiękowych na możliwości percepcyjne jak i motorykę. Suplementarnie do danych ankietowych, zapisane zostały też dane z przebiegu rozgrywki. Mierzonymi danymi były: czas przejścia, długość drogi i ilość kolizji. Za kolizję uznano sytuację, w której badany zbliżył się do przeszkody na odległość bliższą niż 1 metr pomimo intensyfikującego się sygnału dźwiękowego.

Zebrane wyniki przeanalizowano i umieszczono w pracy, uwzględniając rozkład procentowy udzielanych odpowiedzi na wykresach.

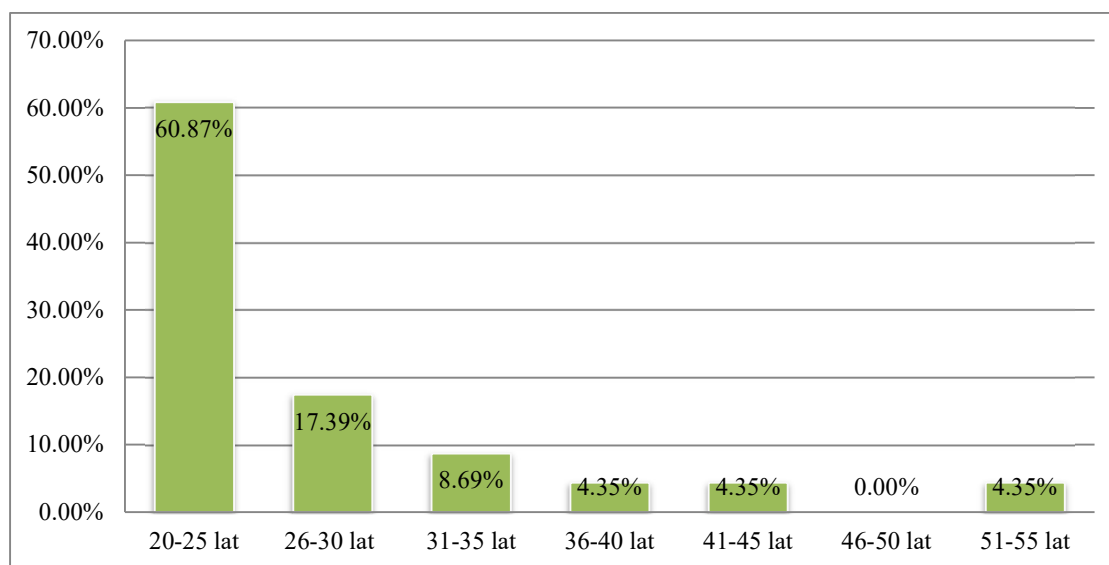
3.2. Wyniki badań

Grupę badawczą stanowiły 23 osoby – 100,00%. Większą część stanowili mężczyźni – 13 osób (56,52%), a mniejszą kobiety – 10 osób (43,48%) – wykres 1.



Wykres 1. Płeć

Największa grupa osób badanych była w wieku od 20 do 25 lat – 14 osób (60,87%), a najmniejsza kolejno w wieku od 51 do 55 lat, od 41 do 45 lat oraz od 36 do 40 lat – po 1 osobie czyli po 4,35% - wykres 2.



Wykres 2. Wiek

Średnia wieku badanych wyniosła 27 lat, natomiast mediana 24. Maksymalny wiek ankietowanych to 55 lat a minimalny 20 – tabela 1.

Jako pierwszym w badaniu ankietowym posłużono się kwestionariuszem NASA-TLX. Swoim zasięgiem obejmował on 10 pytań. W ramach kwestionariusza NASA-TLX, osoba biorąca udział w badaniu ocenia po jego zakończeniu własne doświadczenia pod kątem stopnia obciążenia związanego z aspektami takimi jak: wysiłek umysłowy, wysiłek fizyczny, presja czasu, wydolność, nakład wysiłku oraz poziom frustracji. Maksymalna ilość punktów to 70, gdzie wynik maksymalny wskazywałby na bardzo duże obciążenie w wymienionych wyżej aspektach. Wyniki kwestionariusza NASA-TLX przedstawia tabela nr 2. Wyniki wskazują na to, że wykonywana praca generuje obciążenie, stawiając przed badanymi dużą presję czasu i wymagając sporego wysiłku. Jednak warto podkreślić, że znaczna część osób otrzymała wyniki poniżej połowy możliwych punktów. To ważne spostrzeżenie, które może pomóc w identyfikacji obszarów, które wymagają optymalizacji lub dostosowania, aby poprawić efektywność pracy i dobrostanu osób korzystających z użytego systemu. Jest to sygnał, że warto zwrócić uwagę na strategie zarządzania czasem i zapewnić wsparcie osobom badanym w radzeniu sobie z tym wyzwaniem. Ponadto, warto również brać pod uwagę środki mające na celu redukcję obciążenia psychicznego, co może poprawić ogólną jakość korzystania z VR i zwiększyć satysfakcję z wykonywanej działalności.

Ilość zdobytych punktów	Liczba osób z takim wynikiem	% ogółu
12 pkt	1 osoba	4,35%
14 pkt	1 osoba	4,35%
15 pkt	1 osoba	4,35%
18 pkt	2 osoby	8,70%
20 pkt	2 osoby	8,70%
24 pkt	1 osoba	4,35%
25 pkt	1 osoba	4,35%
27 pkt	1 osoba	4,35%
29 pkt	1 osoba	4,35%

30 pkt	2 osoby	8,70%
31 pkt	1 osoba	4,35%
32 pkt	2 osoby	8,70%
34 pkt	2 osoby	8,70%
36 pkt	1 osoba	4,35%
37 pkt	2 osoby	8,70%
40 pkt	1 osoba	4,35%
42 pkt	1 osoba	4,35%

Tabela 1. Wyniki kwestionariusza NASA-TLX

Czas w jakim ankietowani przeszli grę widnieje w tabeli nr 3. Warto zauważyć, że wartości minimalne i maksymalne różnią się znacząco od siebie. Różnica między wartościami minimalnymi a maksymalnymi czasów, które ankietowani przeznaczili na grę, może wskazywać na istnienie znacznych zróżnicowań w podejściu uczestników do gry lub na istnienie różnic w ich umiejętnościach lub doświadczeniach.

Maksymalna różnica oznacza, że niektórzy uczestnicy mogą być bardzo biegli lub szybcy w wykonywaniu gry, co może wynikać z wcześniejszego doświadczenia lub bardziej zaawansowanych umiejętności. Z drugiej strony, minimalna różnica może sugerować, że niektórzy uczestnicy mogą mieć trudności z grą lub podejść do niej bardziej ostrożnie, co może wynikać z mniejszego doświadczenia lub pewnych trudności.

Wartości minimalne i maksymalne różniące się znacząco od siebie wskazują na znaczącą zmienność w czasach wykonania gry między uczestnikami badania. To może być istotne w kontekście analizy wyników i może sugerować potrzebę dalszych badań, aby zrozumieć, dlaczego te różnice występują i czy mogą mieć wpływ na ogólną ocenę gry i doświadczenie uczestników

Czas [s]	Średnia	Mediana	Minimum	Maximum	SD
	248,3	224,6	91,4	583,9	123

Tabela 2. Czas w sekundach

Ilość kolizji przedstawia tabela nr 4. Tutaj również widnieją bardzo duże różnice w wartościach maksymalnej a minimalnej ilości. Takie znaczne zróżnicowanie może wskazywać na kilka potencjalnych kwestii. Różnice w ilości kolizji mogą wynikać z różnic w

umiejętnościach i doświadczeniu, a także zrozumienia działania zasad przez uczestników. Osoby bardziej doświadczone w grze mogą unikać kolizji i osiągać niższe wyniki, podczas gdy osoby mniej doświadczone lub bardziej ostrożne mogą doświadczać większej liczby kolizji. Różnice w ilości kolizji mogą wynikać z różnic w strategiach, jakie przyjęli uczestnicy podczas gry. Niektórzy mogą stawiać na szybkie osiągnięcie celów, ryzykując kolizje, podczas gdy inni mogą być bardziej ostrożni i dążyć do uniknięcia kolizji za wszelką cenę. Wpływ na ten aspekt może mieć również interfejs i jego przejrzystość.

Ilość kolizji	Średnia	Mediana	Minimum	Maximum	SD
	44,9	38	1	104	24,7

Tabela 3. Ilość kolizji w sztukach

To samo tyczy się długości drogi liczonej w metrach– tabela 5. Jak w przypadku ilości kolizji, różnice w długości przebytej drogi mogą wynikać z różnic w umiejętnościach graczy. Osoby bardziej zręczne lub doświadczone mogą być w stanie przejść dłuższą trasę w krótszym czasie niż inni uczestnicy. Różnice w długości drogi mogą wynikać z różnic w strategiach przyjętych przez uczestników. Niektórzy mogą wybierać dłuższe, ale bezpieczniejsze trasy, podczas gdy inni mogą dążyć do szybszego osiągnięcia celu, wybierając skróty lub bardziej ryzykowne ścieżki. Analiza tych różnic w długości przebytej drogi może dostarczyć głębszego zrozumienia sposobu, w jaki uczestnicy angażują się w grę, jakie strategie przyjmują oraz w jaki sposób gra wpływa na ich zachowanie.

Długość drogi [m]	Średnia	Mediana	Minimum	Maximum	SD
	317,9	287,4	169,3	766,3	142

Tabela 4. Długość drogi

Następnym kwestionariuszem użytym dla ankietowanych był kwestionariusz UEQ. W tym kwestionariuszu zawarto się 8 pytań, które poruszały takie kwestie jak: wygląd interfejsu, jego estetyka, zrozumiałość instrukcji, emocje jakich dostarcza interfejs, a także doświadczenia i emocje z nim związane.

Maksymalna ilość punktów do zdobycia to 56, gdzie wynik ten wskazywałby na niezawodność interfejsu, a wynik bliski zeru jego kompletną nieprzydatność do użytkowania.

Wyniki jakie pozyskano, wskazują na to, iż oceniany interfejs jest bardzo dobrze oceniany przez ankietowanych. Żaden z badanych nie uzyskał ilości punktów mniejszej niż połowa, a co więcej zdecydowana większość ocen była zdecydowanie górnej granicy, z czego dwie osoby odpowiedziały, że interfejs, z którego skorzystali nie wykazuje wad, gdyż uzyskały maksymalną liczbę punktów.

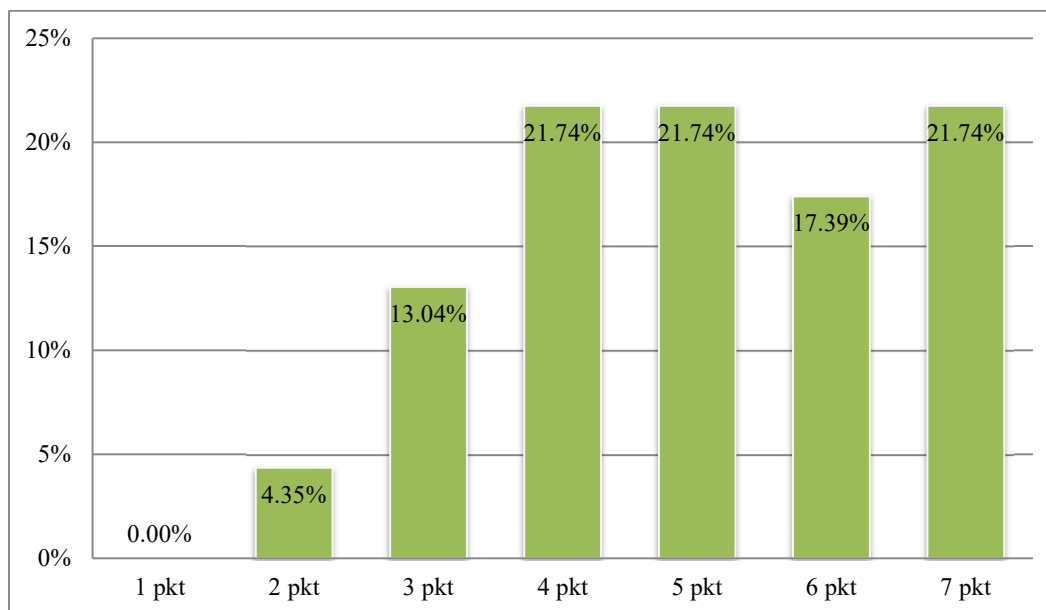
Ilość zdobytych punktów	Liczba osób z takim wynikiem	% ogółu
30 pkt	2 osoby	8,70%
33 pkt	1 osoba	4,35%
41 pkt	2 osoby	8,70%
42 pkt	1 osoba	4,35%
43 pkt	1 osoba	4,35%
44 pkt	1 osoba	4,35%
46 pkt	3 osoby	13,04%
47 pkt	4 osoby	17,39%
48 pkt	1 osoba	4,35%
49 pkt	1 osoba	4,35%
51 pkt	1 osoba	4,35%
54 pkt	1 osoba	4,35%
55 pkt	2 osoby	8,70%
56 pkt	2 osoby	8,70%

Tabela 5. Wyniki Kwestionariusza UEQ

To bardzo cenna informacja, że większość badanych łatwo interpretowała lokalizację przeszkód w grze. Wykres 3 pokazuje, że nikt z uczestników nie przyznał najniższej oceny, czyli 1 punktu, co sugerowałoby, że interpretacja lokalizacji przeszkód była bardzo trudna. Tylko jedna osoba (4,35%) wybrała 2 punkty na 7-punktowej skali Likerta, co wskazuje na to, że dla tej osoby było to trudniejsze, ale nadal niezbyt trudne.

Reszta uczestników wybrała wyższe punktacje, co jest pozytywnym sygnałem. To może świadczyć o tym, że gra była skonstruowana w taki sposób, aby lokalizacja przeszkód była

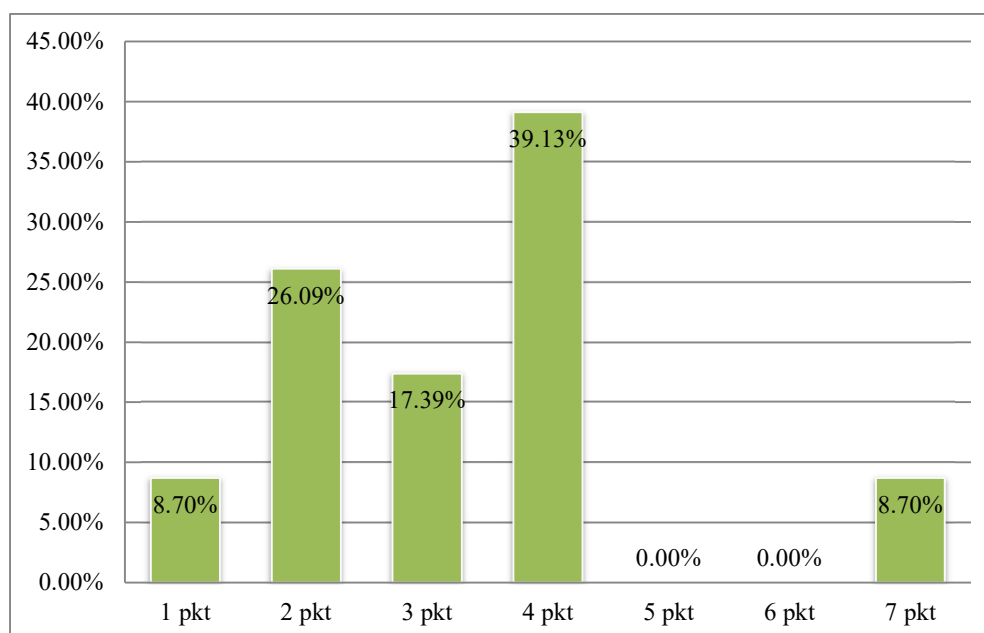
jasna i zrozumiała dla większości graczy. To ważne, ponieważ dobre zrozumienie lokalizacji przeszkód może wpłynąć na poziom satysfakcji i komfortu podczas rozgrywki.



Wykres 3. Jak łatwo było dla Ciebie zinterpretować lokalizację przeszkód?

W dalszej części poruszono kwestię emocji wywołanych sygnałem dźwiękowym i wykazano, że odpowiedzi były bardzo zróżnicowane. Najczęstszą oceną, którą przyznali uczestnicy, była 4 punktów (39,13%). To może sugerować, że większość graczy była neutralna lub miała mieszane uczucia wobec dźwięku - nie uważali go za szczególnie pozytywny lub negatywny.

Warto zwrócić uwagę, że tylko niewielka liczba ankietowanych (mniej niż 10%) przyznała maksymalną ocenę, czyli 7 punktów, co wskazywałoby na bardzo pozytywną ocenę dźwięku. To może sugerować, że tylko nieliczni uznali dźwięk za wyjątkowo pozytywny element rozgrywki – wykres 4.

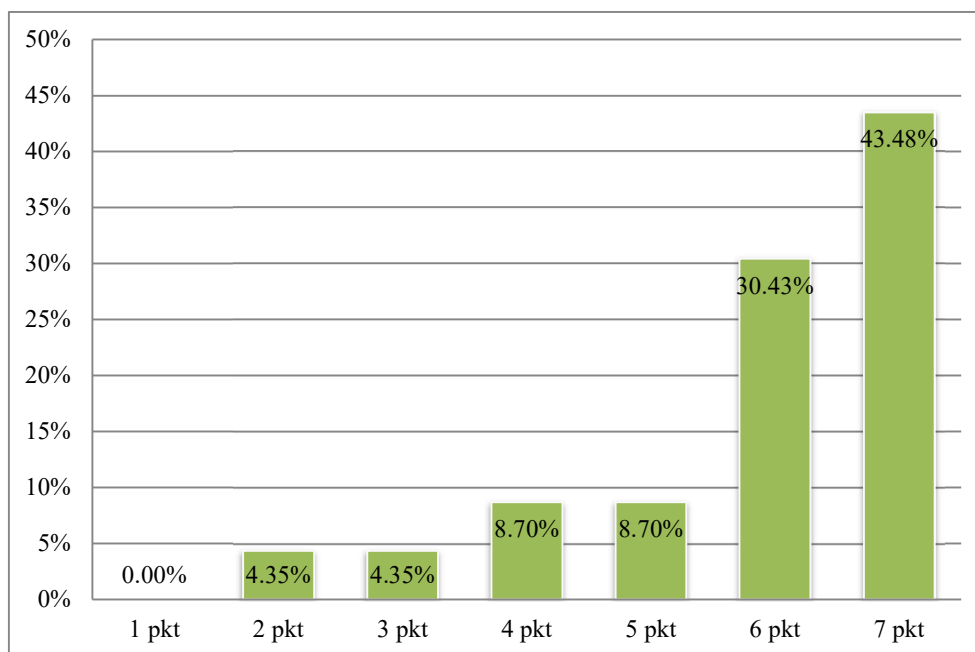


Wykres 4. Czy sygnał dźwiękowy wywoływał u Ciebie bardzo pozytywne (7) czy bardzo negatywne emocje (1).

Wyniki przedstawione na wykresie 5 sugerują, że sygnał dźwiękowy w grze pełnił istotną rolę jako intuicyjny wskaźnik zagrożenia dla znacznej większości ankietowanych. To istotne spostrzeżenie, które potwierdza przydatność tego dźwięku w kontekście rozgrywki. Warto zauważyć, że aż 43,48% uczestników wybrało maksymalną ocenę, czyli 7 punktów, co wskazuje na to, że dla nich sygnał dźwiękowy był nie tylko zauważalny, ale również bardzo skuteczny jako wskaźnik zagrożenia. Dodatkowo, 30,43% osób przyznało mu 6 punktów, co również stanowi znaczną ilość i sugeruje, że ten sygnał był nadal dosyć skuteczny w przekazywaniu informacji o zagrożeniu.

Chociaż pojedyncze osoby wybierały niższe punktacje (2 i 3 punkty) na 7-punktowej skali, to stanowią one niewielki odsetek ogółu uczestników. To może sugerować, że dla niektórych graczy dźwięk nie był tak wyraźnym wskaźnikiem lub że mieli oni odmienne oczekiwania co do tego, co powinno być uważane za sygnał zagrożenia.

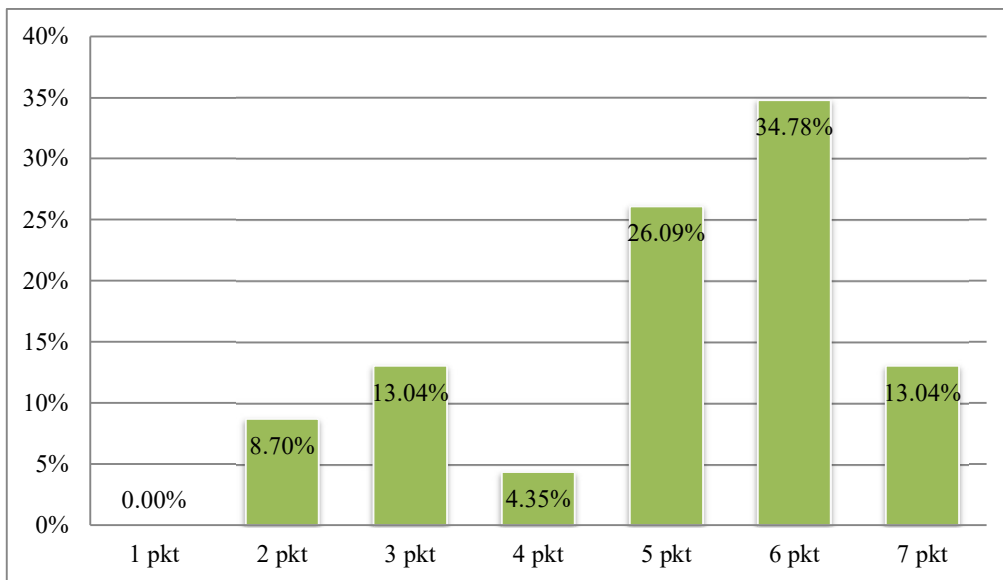
Ogólnie rzecz biorąc, wyniki te podkreślają znaczenie odpowiednio zaprojektowanych dźwięków w grach jako narzędzi komunikacji z graczami i generowania odpowiednich emocji. Dźwięk może być skutecznym narzędziem w tworzeniu angażujących i immersyjnych doświadczeń w grach, a wyniki ankiety sugerują, że w tym przypadku pełnił on istotną rolę w przekazywaniu informacji o zagrożeniu dla graczy.



Wykres 5. Czy sygnał dźwiękowy intuicyjnie podpowiadał o zagrożeniu?

Ocena koncentracji na motoryce oraz dźwiękach, przedstawiona na wykresie nr 6, wykazuje, że choć nieco mniej ankietowanych oceniło ten aspekt na maksymalną punktację, to większość wciąż wyraziła zadowolenie z jego jakości. Zauważono również, że tylko 13,04% uczestników przyznało maksymalną ocenę (7 punktów), co oznacza, że uważali oni poruszany aspekt za bardzo łatwy. Jednak warto podkreślić, że tylko 8,70% wybrało najniższą ocenę (2 punkty), co sugeruje, że tylko niewielka grupa ankietowanych miała poważne zastrzeżenia co do koncentracji na motoryce i dźwiękach w grze.

Najważniejsze jest to, że większość uczestników wciąż oceniła ten aspekt dość wysoko, co sugeruje, że pomimo pewnych zastrzeżeń, większość graczy była zadowolona z poziomu koncentracji wymaganego przez tę grę oraz jakości dźwięków. To pozytywne spostrzeżenie, które może wskazywać na ogólnie udane i zrównoważone elementy rozgrywki.



Wykres 6. Jak łatwo było skoncentrować się zarówno na dźwiękach jak i na motoryce?

3.3. Dyskusja

W miarę ewoluowania technologii, przekształca się również proces rozwijania percepcji wzrokowej. To z kolei wpływa na zmiany w sposobie, w jaki rejestrujemy obrazy i rozumiemy trójwymiarową przestrzeń, która zostaje uwieczniona na płaskiej powierzchni, takiej jak ekrany komputerów lub smartfonów.

Nowoczesne technologie i globalna łączność stwarzają nowe wyzwania dla ludzkiej percepcji wzrokowej. Z każdym dniem stajemy w obliczu coraz bardziej złożonych obrazów i informacji wizualnych. Wraz z tym procesem transformacji społecznej, nasza zdolność do interpretacji tych obrazów ewoluuje, umożliwiając nam bardziej zaawansowane zrozumienie przestrzeni i relacji między różnymi elementami. To fascynujące, jak ludzka zdolność do adaptacji i uczenia się pozwala dostosować się do tych nowych wyzwań i wykorzystywać je w codziennym życiu. W miarę jak świat staje się coraz bardziej skomplikowany, zdolność do kształtowania percepcji wzrokowej staje się kluczowa dla rozwoju i funkcjonowania społeczeństwa.

Wyniki kwestionariusza NASA-TLX, który oceniał m.in. wysiłek umysłowy, wydolność i presję czasu, wskazują na istnienie pewnego obciążenia związanego z percepcją wzrokową. To może wynikać z różnych czynników, takich jak złożoność obiektów do zidentyfikowania, tempo gry czy konieczność szybkiego reagowania na zmieniające się warunki wirtualnego środowiska.

Różnice w czasach rozgrywki, ilości kolizji i długości przebytej drogi między uczestnikami także mają związek z percepcją wzrokową. Osoby o większym doświadczeniu w grach wirtualnych mogą być bardziej zręczne i szybsze w identyfikowaniu obiektów oraz unikaniu kolizji. To sugeruje, że zdolności percepcji wzrokowej i umiejętność skupiania uwagi na kluczowych elementach otoczenia mogą mieć wpływ na wyniki graczy. Wydaje się, że gra wymagała pewnego stopnia percepcji wzrokowej, co może stanowić ważny aspekt w projektowaniu podobnych doświadczeń w przyszłości.

Kwestionariusz UEQ dostarczył informacji na temat oceny interfejsu w kontekście percepcji wzrokowej. Pozytywne oceny interfejsu, wyglądu oraz zrozumiałości instrukcji są kluczowe, ponieważ wpływają na sposób, w jaki gracze odbierają i przetwarzają informacje wizualne. Jakość interfejsu może znacząco wpłynąć na poziom zaangażowania i satysfakcji graczy.

Dodatkowo, ocena dźwięku jako narzędzia komunikacji w grze ma bezpośredni związek z percepcją wzrokową. Dźwięk może pełnić rolę wskaźnika zagrożenia lub informacji o otoczeniu, co jest szczególnie istotne w kontekście identyfikacji ukrytych obiektów. Wyniki sugerują, że odpowiednio zaprojektowane dźwięki mogą ułatwiać graczom identyfikację obiektów

i lepiej dostosowywać się do wirtualnego środowiska. To potwierdza znaczenie zrozumienia, jak percepcja wzrokowa i słuchowa współdziałają w rzeczywistości wirtualnej, aby dostarczyć kompleksowe doświadczenia.

Rozwiązania wirtualnej rzeczywistości (VR) rewolucjonizują życie zawodowe oraz co istotne szkolenia w różnych branżach, umożliwiając radzenie sobie z trudnymi sytuacjami i przygotowanie do działań w realnych środowiskach. Stają się one nieodzownym narzędziem zarówno dla żołnierzy, lekarzy, kierowców, jak i pilotów. Dodatkowo, VR znajduje zastosowanie w rehabilitacji pacjentów oraz zarządzaniu w sytuacjach kryzysowych. Jak dowodzą badania Ott'a i Freina (2015), głównym impulsem do korzystania z VR jest możliwość tworzenia doświadczeń związanych z kontekstem lub środowiskiem, które są trudno dostępne, problematyczne lub wręcz niebezpieczne. Obszar badań nad VR skupia się głównie w dziedzinach takich jak medycyna (Chang i Weiner, 2016), bezpieczeństwo (Xu i wsp. 2017; Jeelani i wsp. 2020), przemysł (Grabowski i Jankowski, 2015), zarządzanie sytuacjami kryzysowymi (Ronchi i wsp. 2016; Kwok i wsp. 2019; Surer i wsp. 2021), a także rehabilitacja (Joo i wsp. 2020).

Gry wirtualnej rzeczywistości (VR) stanowią fascynujący i dynamicznie rozwijający się obszar w świecie gier komputerowych. Wirtualna rzeczywistość to technologia, która pozwala graczom wchodzić w interakcje z trójwymiarowym, komputerowo generowanym środowiskiem, jakby byli wewnątrz samej gry. Dlatego też stanowią zbiór informacji i w znacznym stopniu opierają się na prezentacji danych, które posiadają różne cechy, zmieniające się w zależności od etapu rozgrywki. Posiadając ogromną ilość danych, gry wirtualne są bardziej złożone i mają odmienne wymagania niż gry fizyczne, które są łatwiejsze do zrozumienia. Wizualizacja danych jest używana w grach od wielu pokoleń, tworząc ciągłą komunikację między grą a graczem.

Składniki wizualizacji danych w starszych grach są bardziej proste i zazwyczaj służą do przekazywania informacji związanych z rozgrywką, podczas gdy w nowoczesnych grach są wykorzystywane w bardziej złożonych sytuacjach.

Slater i jego zespół (2009) przedstawili podział na aspekty realizmu w środowiskach wirtualnych, skupiając się na dwóch głównych elementach: realizmie geometrycznym i realizmie oświetlenia. Realizm geometryczny dotyczy dokładności i wierności odwzorowania kształtu oraz właściwości obiektów w wirtualnym środowisku. Natomiast realizm oświetlenia odnosi się do autentyczności i jakości oświetlenia w danej scenie.

W ostatnich latach wiele badań i dyskusji opierało się na ramach teoretycznych Slatera, które wprowadziły pojęcia iluzji wiarygodności (PI) i iluzji rzeczywistości (PSI) w kontekście

wirtualnej rzeczywistości. Te koncepcje koncentrują się na tym, jak wirtualne środowisko wpływa na percepcję i przekonanie użytkowników.

Iluzja wiarygodności (PI) ma na celu zwiększenie obecności użytkownika w wirtualnym świecie poprzez przekonujące odwzorowanie obiektów i miejsc. Mechanizm PSI, z drugiej strony, skupia się na dostarczaniu przekonujących wydarzeń i interakcji w grze, szczególnie w sytuacjach, gdy gracz aktywnie współdziała z symulowanym środowiskiem.

Warto również zaznaczyć, że efekty PI i PSI mogą różnić się w zależności od celu danego środowiska wirtualnego. Na przykład badanie przeprowadzone przez Lyncha i Martinsa (2015) koncentrowało się na doświadczeniach związanych ze strachem w środowisku gier wirtualnej rzeczywistości. Ich wyniki sugerują, że elementy PSI wywołują silniejsze reakcje strachu niż elementy PI.

Ogólnie rzecz biorąc, badania nad percepcją i wpływem elementów realizmu w środowiskach wirtualnych są istotne dla dalszego rozwoju technologii VR i zrozumienia, jak wpływają one na użytkowników. Zgodnie z badaniem Kriglsteina (2019), istnieją dwa główne sposoby zbierania danych dotyczących rozgrywki. Pierwszym z nich jest obserwacja, która polega na monitorowaniu zachowań gracza i interakcji z grą. Drugim podejściem jest wykorzystanie kwestionariuszy i wywiadów, które pozwalają na zrozumienie motywacji, zachowań i preferencji graczy.

Istnieje istotna różnica między tymi dwoma podejściami. Obserwacja dostarcza wyniki jakościowe, podczas gdy kwestionariusze i wywiady generują dane ilościowe, które można łatwiej wizualizować i analizować. Dane dotyczące rozgrywki mogą mieć różny charakter, mogą być przestrzenne, czasowe lub pozbawione przestrzeni. Badanie Kriglsteina (2019) identyfikuje sześć różnych kategorii danych: porównanie, dystrybucja, relacje, czas, przestrzeń i przepływ, opierając się na celach i rodzajach danych.

Niestety, obecnie istnieje brak dostatecznej ilości badań mających na celu rozwinięcie konkretnego zrozumienia identyfikacji obiektów w wirtualnej rzeczywistości związanych z rozgrywką. Wizualizacje danych dotyczących rozgrywki skoncentrowane są głównie na tradycyjnych grach. Istniejące techniki wizualizacji danych nie zawsze są dostosowane do unikalnych potrzeb gier wirtualnej rzeczywistości, co stwarza wyzwania dla badaczy i odkrywców.

Chociaż percepcja jest obszarem intensywnych badań w rzeczywistości wirtualnej, to jednak nadal pojawiają się nowe wyzwania związane z nią. Te wyzwania nie ograniczają się tylko do aspektów wizualizacji 3D, takich jak głębokość, odległość, kształty, rozmiary, kolory i kontrasty, ale również związane są z kwestiami sprzętowymi. Nasza percepcja wzrokowa ma

ogromny wpływ na to, jak odbieramy i przetwarzamy informacje w środowiskach 3D, co wpływa na skuteczność i komfort korzystania z tych środowisk (Dede, 2009).

Wizualne wskazówki, takie jak okluzja, rotacja, cienie i cieniowanie, pozwalają na lepsze zrozumienie głębi i przestrzeni w środowiskach 3D. Obejrzenie trójwymiarowej wizualizacji z różnych kątów może znacząco poprawić zrozumienie danych. Niestety, nie wszystkie aspekty rotacji są odpowiednie dla danych prezentowanych w formie tekstowej.

Według Bertina (1983), percepcję wzrokową można podzielić na trzy poziomy. Na pierwszym poziomie analizujemy indywidualne elementy, na drugim poziomie grupy elementów, a na trzecim całe obrazy lub centra uwagi. Ludzka dolność do skupienia uwagi pomaga w wykonywaniu konkretnych zadań. Aby ułatwić użytkownikom zdolność skupiania na danych, surowe dane można przekształcać, wykorzystując różne atrybuty wizualne, takie jak kolor, położenie, rozmiar, kształt oraz różne techniki, na przykład różne perspektywy lub grupowanie. Warto podkreślić, że rozwijanie skutecznych metod wizualizacji danych w środowiskach wirtualnej rzeczywistości jest nadal obszarem intensywnych badań i eksperymentów, mających na celu zrozumienie, jak optymalnie prezentować informacje w tym kontekście.

Zakończenie

Podsumowanie wyników przeprowadzonej analizy wskazuje na kilka istotnych kwestii dotyczących identyfikacji ukrytych obiektów w rzeczywistości wirtualnej. Pierwszym ważnym wnioskiem jest to, że badani doświadczyli pewnego stopnia obciążenia podczas wykonywania zadań związanych z identyfikacją obiektów. Warto jednak zaznaczyć, że znaczna część uczestników otrzymała wyniki poniżej połowy możliwych punktów w kwestionariuszu NASA-TLX. To sugeruje, że istnieje potencjał do optymalizacji i dostosowania, aby poprawić efektywność pracy oraz dobrostan uczestników korzystających z systemu. Zarządzanie czasem i wsparcie dla uczestników w radzeniu sobie z presją czasu są kluczowymi obszarami, na które warto zwrócić uwagę.

Dodatkowo, różnice w czasach rozgrywki, ilości kolizji i długości przebytej drogi między uczestnikami sugerują zróżnicowanie w umiejętnościach, doświadczeniach i strategiach graczy. To ważne spostrzeżenie, które może wskazywać na potrzebę dalszych badań, aby zrozumieć, dlaczego te różnice występują i czy mogą mieć wpływ na ogólną ocenę gry i doświadczenie uczestników.

Kwestionariusz UEQ dostarczył cennych informacji na temat oceny interfejsu oraz doświadczeń emocjonalnych graczy. Wyniki sugerują, że oceniany interfejs był bardzo dobrze oceniany przez ankietowanych, co jest pozytywnym sygnałem. Ponadto, interpretacja lokalizacji przeszkód była jasna dla większości uczestników, co wpłynęło na poziom satysfakcji i komfortu podczas rozgrywki. Dźwięk w grze pełnił istotną rolę jako narzędzie komunikacji i generowania odpowiednich emocji, choć były pewne zróżnicowania w ocenie tego aspektu.

Ostatecznie, większość uczestników była zadowolona z poziomu koncentracji wymaganego przez grę oraz jakości dźwięków. To pozytywny sygnał, sugerujący, że rozgrywka została zbalansowana i dostarczała satysfakcjonujących doświadczeń.

Warto podkreślić, że wyniki te są cennym wkładem w badania nad identyfikacją ukrytych obiektów w rzeczywistości wirtualnej i mogą przyczynić się do dalszego rozwoju tego obszaru. Identyfikacja obszarów do optymalizacji oraz zrozumienie zachowań i oczekiwań graczy stanowi ważny krok w doskonaleniu doświadczeń wirtualnej rzeczywistości. Dlatego też, dalsze badania i prace nad doskonaleniem gier w VR są kluczowe dla przyszłości tego obszaru technologii.

W analizie wyników naszego badania, ważnym aspektem jest percepcja wzrokowa uczestników. W rzeczywistości wirtualnej, gdzie wizualne wrażenia odgrywają kluczową rolę,

zrozumienie, jak uczestnicy postrzegają i reagują na elementy wizualne, staje się kluczowym czynnikiem wpływającym na jakość doświadczenia.

Podsumowując, percepcja wzrokowa odgrywa kluczową rolę w identyfikacji ukrytych obiektów w rzeczywistości wirtualnej. Wyniki naszego badania podkreślają, że projektowanie gier wirtualnych musi uwzględniać tę perceptualną stronę doświadczenia graczy. Dobra percepcja wzrokowa, odpowiednio zaprojektowany interfejs oraz skuteczne wykorzystanie dźwięku mogą znacząco wpłynąć na jakość i satysfakcję z doświadczeń w wirtualnej rzeczywistości. Dalsze badania nad percepcją wzrokową i jej wpływem na rozgrywkę w rzeczywistości wirtualnej są niezbędne, aby lepiej zrozumieć i doskonalić ten fascynujący obszar technologii.

Zaproponowany model badawczy miał kilka ograniczeń, które warto uwzględnić i rozważyć. Próba badawcza, składająca się z 24 uczestników, jest stosunkowo niewielka. Większa próba mogłaby dostarczyć bardziej reprezentatywnych wyników i bardziej wszechstronnych wniosków. Co więcej, badanie zostało przeprowadzone na jednej grupie uczestników, co oznacza, że wyniki mogą być specyficzne dla tej konkretnej grupy. Warto rozważyć rozszerzenie badań na różne grupy wiekowe, poziomy doświadczenia w grach czy umiejętności percepcji wzrokowej, aby uzyskać bardziej uogólnione wyniki. Ponad to, badanie opierało się na jednej konkretnej grze i jednym konkretnym scenariuszu. Wyniki mogą być różne w przypadku innych gier VR lub innych zadań związanych z identyfikacją obiektów.

Pomimo tych ograniczeń, zaproponowany model badawczy dostarcza cennych wniosków i może być wykorzystany w kilku sposób. Wyniki badań na temat wpływu dźwięku na percepcję wzrokową mogą pomóc projektantom gier VR w doskonaleniu interfejsów i doświadczeń użytkowników. Dźwięk może być wykorzystywany w celu poprawy identyfikacji obiektów i wpływu na zachowanie graczy. VR jest coraz częściej wykorzystywane w celach edukacyjnych i szkoleniowych. Wyniki badań mogą pomóc w projektowaniu bardziej efektywnych narzędzi edukacyjnych, zwłaszcza w kontekście identyfikacji i rozumienia informacji wizualnych. Perspektywy dalszego rozwoju VR w kontekście percepcji wzrokowej są obiecujące. Technologie VR będą coraz bardziej zaawansowane i dostępne, co pozwoli na tworzenie bardziej realistycznych i immersyjnych doświadczeń. Badania nad percepcją w VR mogą prowadzić do nowych odkryć i innowacji w dziedzinie interakcji człowiek-komputer oraz szeroko rozumianej technologii.

Bibliografia

1. Brycz, H. (1998). Perspektywa atrybucyjna i przecenianie własnego wpływu w procesie trafnego spostrzegania społecznego. *Czasopismo Psychologiczne Psychological Journal*, 4(3-4), 275–287.
2. Brycz, H. (2004). *Trafność spostrzegania własnych i cudzych zachowań*. Oficyna Wydawnicza „Impuls”.
3. Buckner, R. L., & Petersen, S. E. (1988). Neuroimaging. *W A companion to cognitive science* (s. 413–424). Blackwell Publishing Ltd.
4. Chen, I.-J., & Chang, C.-C. (2009). Cognitive Load Theory: An Empirical Study of Anxiety and Task Performance in Language Learning. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 7(2), 729–746.
5. Chuderski, A. (2010). Samokontrola: własności, funkcje, mechanizmy i ograniczenia. *Studia z Kognitywistyki i Filozofii Umysłu*, 4(1), 27–51.
6. Friedenberg, J., & Silverman, G. (2006). *Cognitive Science: An Introduction to the Study of Mind*. SAGE Publications.
7. Jagodzińska, M. (2012). *Psychologia pamięci. Badania, teorie, zastosowania*. Wydawnictwo Sensus.
8. Jaśkowski, P., & Skalska, B. (2005). Kiedy bodziec jest podprogowy? *Czasopismo Psychologiczne*, 11(2), 167–178.
9. Kruszewski, M., Razin, P., Niezgoda, M., & Nader, M. (2017). Model oceny dodatkowego obciążenia poznawczego u kierowcy na podstawie badań z wykorzystaniem symulatora jazdy. *Transport*, 155–166.
10. Lippmann, W. (1922). *Public opinion*. Allen & Unwin.
11. 48. Macrae, C. N., Stangor, C., & Hewstone, M. (1999). *Stereotypy i uprzedzenia* (B. Wojciszke & M. Jaworska, Red.; M. Majchrzak, A. Kacmajor, M. Kacmajor & A. Nowak, Tłum.). Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne. (Oryginał został opublikowany w 1996 r.)
12. Maruszewski, T. (2011). *Psychologia poznania: umysł i świat. Nowe poszerzone wydanie*. Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
13. Nęcka, E., Orzechowski, J., & Szymura, B. (2006). *Psychologia poznawcza*. Wydawnictwo Naukowe PWN.

14. Ross, M., & Sicol, F. (1979). Egocentric biases in availability and attribution. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37(3),
15. Rothert, A. (2011). Złożony (nie)porządek świata. *Civitas Hominibus: Rocznik filozoficzno-społeczny*, 6, 71–90.
16. Sadowski, R. (1999). Problem psychofizyczny - próby klasyfikacji. *Seminare. Poszukiwania naukowe*, 15, 115–139.
17. Śpiewak, S. (2008). Dlaczego zupa z kamienia smakuje psychologom społecznym? O wykorzystywaniu manipulacji obciążeniem poznawczym w badaniach społecznych. *Psychologia Społeczna*, 3(1), 23–40.
18. William, J. (1890). *The principles of psychology Volume 1*. Henry Holt & Company.
19. Wojciszke, B. (2006). *Człowiek wśród ludzi: Zarys psychologii społecznej* (wyd. 3). Scholar
20. Laurel, B. (2016). What is virtual reality? Medium, <https://medium.com/@blaurel/what-is-virtual-reality-77b876d829ba>.
21. Freina L., Ott M., (2015) A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. In: *The international scientific conference elearning and software for education*, vol 1, pp 10–1007.
22. Chang TP., Weiner D., (2016) Screen-Based Simulation and Virtual Reality for Pediatric Emergency Medicine. *Clinical Pediatric Emergency Medicine* 17(3):224–230.
23. Xu J., Lin Y., Schmidt D., (2017) Exploring the Influence of Simulated Road Environments on Cyclist Behavior. *International Journal of Virtual Reality* 17(3):15–26.
24. Jeelani I., Han K., Albert A., (2020) Development of virtual reality and stereo-panoramic environments for construction safety training. *Engineering, Construction and Architectural Management*.
25. Grabowski A., Jankowski J., (2015) Virtual reality based pilot training for underground coal miners. *Safety science* 72:310–314.
26. Ronchi E., Nilsson D., Kojić S., Eriksson J., Lovreglio R., Modig H., Walter AL., (2016) A Virtual Reality Experiment on Flashing Lights at Emergency Exit Portals for Road Tunnel Evacuation. *Fire Technology* 52(3):623–647.
27. Kwok PK., Yan M., Chan BK., Lau HY., (2019) Crisis management training using discrete-event simulation and virtual reality techniques. *Computers & Industrial Engineering* 135:711–722.
28. Surer, E., Erkayaoğlu, M., Öztürk, Z. N., Yücel, F., Bıyık, E. A., Altan, B., Düzgün, H. S., (2021). Developing a scenario-based video game generation framework for computer

- and virtual reality environments: a comparative usability study. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 15(4), 393-411.
29. Joo SY, Cho YS, Lee SY, Seok H, Seo CH., (2020). Effects of virtual reality-based rehabilitation on burned hands: a prospective, randomized, singleblind study. *Journal of clinical medicine* 9(3):731.
 30. Slater M., Khanna P., Mortensen J., Yu I., (2009) Visual realism enhances realistic response in an immersive virtual environment. *IEEE computer graphics and applications* 29(3):76–84.
 31. Lynch T., Martins N., (2015) Nothing to fear? an analysis of college students' fear experiences with video games. *Journal of Broadcasting & Electronic Media* 59(2):298–317.
 32. Kriglstein S., (2019) A taxonomy of visualizations for gameplay data. *Data Analytics Applications in Gaming and Entertainment* 223.
 33. Dede C., (2009) Immersive interfaces for engagement and learning. *Science* 323(5910):66–69.
 34. Bertin J., (1983) *Semiology of graphics; diagrams networks maps*.
 35. Moniuszko, K. J., & Szymczyk, T. (2021). Analiza immersji podczas rozgrywki w wirtualnej rzeczywistości oraz na komputerze stacjonarnym. *Journal Computer Sciences Institute*, 20, 210–216.
 36. Cyranek, Ł. (2018). Wykorzystanie technologii wirtualnej rzeczywistości w psychologii klinicznej. *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia de Cultura*, 4(10), 27–39.
 37. Rizzo, A. A., Buckwalter, J. G., Bowerly, T., Van Der Zaag, C., Humphrey, L., Neumann, U., Chua, C., Kyriakakis, C., Van Rooyen, A., & Sisemore, D. (2000). The Virtual Classroom: A Virtual Reality Environment for the Assessment and Rehabilitation of Attention Deficits. *CyberPsychology & Behavior*, 3(3), 483–499.
 38. Łukowska, M. (2011). Zastosowanie technologii wirtualnej rzeczywistości w psychologii. *Rocznik Kognitywistyczny*, V, 103–108.
 39. Kubiński, P. (2016). *Gry wideo: Zarys poetyki*. Towarzystwo Autorów i Wydawców Prac Naukowych "Universitas".
 40. Markowski, M. (2021). System VR – nowa przestrzeń komunikacyjna. *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Litteraria Polonica*, 60(1), 93–103.
 41. Deshmukh, J., Gavade, B., Tandale, P., & Nrip, N. K. (2023). Virtual Reality in Education. *International Journal of Multidisciplinary Research Transactions*, 5(3).

42. Shin, D.-H. (2017). The role of affordance in the experience of virtual reality learning: Technological and affective affordances in virtual reality. *Telematics and Informatics*, 34(8), 1826–1836.
43. DOUNGUTHA, C., & THEPPITUCK, T. (2023). The development of a virtual reality adventure game to prepare for a tsunami disaster. *Journal of graphic engineering and design*, 14(3), 5–14.
44. Schöning, J., Kettler, J., Jäger, M. I., & Gunia, A. (2023). Grand Theft Auto-Based Cycling Simulator for Cognitive Enhancement Technologies in Dangerous Traffic Situations. *Sensors*, 23(7), 3672.
45. Łajczak, P., Hajok, N., Kietyłka, D., Kimla, W., & Starszak, W. (2023). Zastosowanie symulatora VR Eyesi w szkoleniach operacji zaćmy. *Innowacje w medycynie - przegląd wybranych technologii XXI w*, 12.
46. Han, D., Kim, D., Kim, K., & Cho, I. (2023). *Exploring the Effects of VR Activities on Stress Relief: A Comparison of Sitting-in-Silence, VR Meditation, and VR Smash Room*.
47. Waligórski, J. (2023). Jak to jest być nietoperzem w wirtualnej rzeczywistości? Technologia VR jako narzędzie do doświadczania perspektywy innego. *Avant*, 14(1).
48. Sidey Myoo (2022). *VR Art*. <https://doi.org/10.26485/AI/2022/24/5>
49. Li, J., Vinayagamoorthy, V., Williamson, J., Shamma, D. A., & Cesar, P. (2021, May). Social VR: A new medium for remote communication and collaboration. In *Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-6).
50. Á. B. Csapó, I. Horváth, P. Galambos and P. Baranyi, "VR as a Medium of Communication: from Memory Palaces to Comprehensive Memory Management," 2018 9th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom), Budapest, Hungary, 2018, pp. 000389-000394, doi: 10.1109/CogInfoCom.2018.8639896.

Spis wykresów

Wykres 1. Płeć	28
Wykres 2. Wiek	28
Wykres 3. Jak łatwo było dla Ciebie zinterpretować lokalizację przeszkód?	33
Wykres 4. Czy sygnał dźwiękowy wywoływał u Ciebie bardzo pozytywne (7) czy bardzo negatywne emocje (1).	34
Wykres 5. Czy sygnał dźwiękowy intuicyjnie podpowiadał o zagrożeniu?	35
Wykres 6. Jak łatwo było skoncentrować się zarówno na dźwiękach jak i na motoryce?	36

Spis rysunków

Rys. 1. Interfejs gry po jej uruchomieniu	24
Rys. 2. Środowisko gry, czyli pomieszczenie zawierające niedostrzegalne przeszkody	24
Rys. 3. Ilustracja z lotu ptaka przedstawiająca kontury niewidocznych w trakcie badania przeszkód.....	25