

Anna Nosek¹
Kamil Krzemppek²

Wydział Informatyki Akademii Górniczo-Hutniczej
im. Stanisława Staszica w Krakowie (AGH)

Wirtualna rzeczywistość jako wsparcie terapii dzieci ze spektrum autyzmu³

Streszczenie

Rozwój technologii wirtualnej rzeczywistości umożliwił podjęcie prób wykorzystania platform VR w różnych dziedzinach. Ze względu na zaawansowane możliwości symulacji sytuacji rzeczywistych w bezpiecznym i wysoce konfigurowalnym środowisku wirtualnym, technologia ta jest stosowana także w terapii osób ze spektrum autyzmu. Osoby ze spektrum autyzmu często doświadczają problemów w zakresie funkcji wykonawczych, takich jak wykonywanie codziennych czynności oraz w zakresie koordynacji wzrokowo-ruchowej. Czynniki takie jak

¹ Współautorka, Anna Nosek, jest Laureatką XIX Edycji organizowanego przez Państwowy Fundusz Rehabilitacji Osób Niepełnosprawnych Ogólnopolskiego Konkursu „Otwarte Drzwi” na najlepsze prace magisterskie i doktorskie, których tematem jest niepełnosprawność w wymiarze: społecznym, zawodowym lub zdrowotnym. Jej praca magisterska zatytułowana „System komputerowy wspierania terapii dzieci ze spektrum autyzmu w zakresie planowania i realizacji zadań, z wykorzystaniem techniki wirtualnej rzeczywistości” zajęła II miejsce w kategorii prac magisterskich o tematyce rozwiązań technologicznych służących osobom niepełnosprawnym. Aktualnie pracuje w firmie Splunk jako inżynier oprogramowania, zajmuje się obserwowalnością systemów chmurowych.

² Współautor, Kamil Krzemppek, jest Laureatem XIX Edycji organizowanego przez Państwowy Fundusz Rehabilitacji Osób Niepełnosprawnych Ogólnopolskiego Konkursu „Otwarte Drzwi” na najlepsze prace magisterskie i doktorskie, których tematem jest niepełnosprawność w wymiarze: społecznym, zawodowym lub zdrowotnym. Jego praca magisterska zatytułowana „Wybrane metody komputerowego wspierania terapii dzieci ze spektrum autyzmu w zakresie koordynacji wzrokowo-ruchowej w oparciu o technikę wirtualnej rzeczywistości” zdobyła wyróżnienie w kategorii prac magisterskich o tematyce rozwiązań technologicznych służących osobom niepełnosprawnym. Aktualnie pracuje w firmie Guidewire jako inżynier oprogramowania, zajmuje się rozwijaniem platformy do tworzenia aplikacji webowych.

³ Współautorski artykuł naukowy napisany na podstawie dwóch prac magisterskich o bliźniaczej tematyce nagrodzonych w XIX edycji organizowanego przez Państwowy Fundusz Rehabilitacji Osób Niepełnosprawnych Ogólnopolskiego Konkursu „Otwarte Drzwi” na najlepsze prace magisterskie i doktorskie, których tematem badawczym jest zagadnienie niepełnosprawności w wymiarze zdrowotnym, zawodowym lub społecznym. Praca magisterska Anny Nosek obroniona w 2023 r. o tytule „System komputerowy wspierania terapii dzieci ze spektrum autyzmu w zakresie planowania i realizacji zadań, z wykorzystaniem techniki wirtualnej rzeczywistości” napisana pod kierunkiem dr. inż. Witolda Aldy, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, zajęła II miejsce w kategorii prac magisterskich o tematyce rozwiązań technologicznych służących osobom niepełnosprawnym. Praca magisterska Kamila Krzempka obroniona w 2023 r. o tytule „Wybrane metody komputerowego wspierania terapii dzieci ze spektrum autyzmu w zakresie koordynacji wzrokowo-ruchowej w oparciu o technikę wirtualnej rzeczywistości” napisana pod kierunkiem dr. inż. Witolda Aldy, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie zdobyła wyróżnienie w kategorii prac magisterskich o tematyce rozwiązań technologicznych służących osobom niepełnosprawnym.

wysoka wrażliwość na bodźce czy problemy w skupieniu uwagi mogą ponadto utrudniać proces uczenia się i treningu tych umiejętności wśród osób z ASD. Przestrzeń wirtualna może potencjalnie stanowić bezpieczne miejsce ćwiczenia umiejętności poprzez odcięcie od bodźców zewnętrznych oraz odpowiednie dostosowanie do potrzeb indywidualnych. Niniejszy artykuł przedstawia dwa badania, w których próbowano odpowiedzieć na pytanie, czy rzeczywistość wirtualna może stanowić wsparcie terapii osób ze spektrum autyzmu w zakresie planowania i realizacji zadań oraz koordynacji wzrokowo-ruchowej. Poprzez współpracę z terapeutami osób ze spektrum autyzmu, zebrano zestaw wymagań aplikacji odpowiednio dostosowanych do potrzeb osób z ASD. Stworzono dwie aplikacje na platformę Meta Quest 2, które zostały przetestowane przez grupę 40 osób, w tym 30 osób ze spektrum autyzmu. Badania wykazały znaczący potencjał w zastosowaniu wirtualnej rzeczywistości w terapii, w szczególności w zakresie możliwości generalizacji zachowań nauczonych w środowisku wirtualnym. Aplikacje spotkały się z dużym stopniem akceptacji wśród osób testujących i w sposób odpowiedni motywowały do wykonania zadań, spełniając jednocześnie cechy dobrego środowiska uczenia się dla osób ze spektrum autyzmu. Zebrany zestaw wymagań aplikacji może stanowić wskazówkę dla twórców kolejnych systemów kierowanych do osób ze spektrum autyzmu. Obszar podobnych zastosowań technologii VR wymaga jednakże większej liczby badań, biorących pod uwagę zarówno opinie specjalistów jak i samych osób ze spektrum autyzmu.

Słowa kluczowe

spektrum autyzmu, wirtualna rzeczywistość, metody planów aktywności, koordynacja wzrokowo-ruchowa, generalizacja

Virtual Reality as a Support Tool in Therapy of Children with Autism Spectrum Disorder

Summary

Recent advancements in virtual reality technology have made it possible to try to find applications of VR in different fields. Due to the advanced capabilities that allow simulating real-world scenarios in a highly controlled and configurable environment, VR is being used in the therapy of individuals with autism spectrum disorder. People with ASD often experience difficulties in terms of executive function (e.g. handling everyday chores) and hand-eye coordination. Additionally, aspects like high sensitivity to stimuli or troubles with maintaining attention can make the process of learning and training such skills highly demanding. This paper presents the results of two research studies that examine the possibility of using virtual reality as the support of therapy of individuals with ASD in terms of planning and executing tasks, as well as hand-eye coordination. A set of requirements for applications suited for the needs of people with ASD was compiled through cooperation with therapists specializing in ASD. Then, two systems were created for the Meta Quest 2 platform, which underwent testing with 40 individuals, 30 of which were on the autism spectrum. The evaluations show that there is a potential in the use of VR tools in therapy of individuals with ASD, especially in regard to generalization of skills learned in the virtual environment. The applications were met with wide acceptance and enthusiasm among individuals with ASD, who showed high levels of motivation to complete the tasks. The virtual environments proved to exhibit the traits of a space well suited to the process of learning of individuals on the autism spectrum. Although the results are promising, the usage of VR in therapy still calls for a greater number of studies in this area that would take into consideration not only the opinions of the therapists, but also their patients themselves.

Keywords

autism spectrum disorder, virtual reality, activity plans method, hand-eye coordination, generalization

Wirtualna rzeczywistość w kontekście terapii osób ze spektrum autyzmu

Wirtualną rzeczywistość (ang. *virtual reality*, VR) można zdefiniować jako symulowane komputerowo środowiska trójwymiarowe tworzące iluzję przebywania w nich. Iluzja ta jest określana jako stopień immersyjności⁴. W niniejszym artykule wirtualna rzeczywistość jest rozumiana jako środowiska zapewniające najwyższy stopień immersji (ang. *fully-immersive*). Do realizacji środowisk tego typu stosuje się zazwyczaj urządzenia head-mounted display (HMD)⁵ wykorzystujące dodatkowo kontrolery, rękawiczki lub urządzenia rozpoznawania ruchu, aby umożliwić użytkownikowi interakcje z symulowanym środowiskiem. Pozostałymi typami wirtualnej rzeczywistości są środowiska zapewniające częściową immersję (ang. *semi-immersive*) oraz niezapewniające immersji (ang. *non-immersive*). W pierwszych z nich zazwyczaj korzysta się z ekranu komputerowego bądź urządzenia HMD, ale interakcje ze środowiskiem są ograniczone, a ruch użytkownika często nie jest rejestrowany. Środowiska nieimmersyjne używają najczęściej ekranu komputerowego do wyświetlania obrazu, a interakcja ze środowiskiem odbywa się za pomocą urządzeń peryferyjnych (takich jak klawiatura i myszka). Narzędzia wirtualnej rzeczywistości z różnym stopniem immersyjności są wykorzystywane w terapii osób ze spektrum autyzmu. Znaczący rozwój i popularyzacja VR o najwyższym stopniu immersji sprawił, że platformy te mają wysoki potencjał w wykorzystaniu ich w terapii osób z ASD – szczególnie ze względu na możliwość stworzenia przy ich pomocy symulacji o wyższym niż dotychczas stopniu wiarygodności, jednocześnie zapewniających wysoki stopień konfigurowalności.

Spektrum autyzmu (ang. *autism spectrum disorder*, ASD) to zaburzenie neurorozwojowe obejmujące około 1% populacji, które objawia się deficytami w komunikacji społecznej, ograniczonymi, powtarzalnymi schematami zachowań i zainteresowań, trudnościami w zakresie teorii umysłu, centralnej koherencji oraz funkcji wykonawczych. Często występują także trudności z koordynacją wzrokowo-ruchową oraz motoryką małą i dużą. Zaburzenia te występują w różnym stopniu, a ich wpływ na życie osób ze spektrum autyzmu może znacznie różnić się pomiędzy poszczególnymi osobami⁶. W szczególności trudności dotyczące funkcji wykonawczych, do których zalicza się umiejętności takie jak planowanie strategiczne, priorytetyzacja zadań, rozwiązywanie problemów mogą utrudnić codzienne funkcjonowanie, a także stanowić przeszkodę w nauce czy znalezieniu pracy zawodowej⁷.

⁴ Immersja – wiarygodność środowiska symulowanego, stopień „zanurzenia” użytkownika w środowisku.

⁵ Head-mounted display (HMD) – urządzenie, które zakłada się na głowę użytkownika tak, aby ekran (lub ekrany) obejmował pełne pole widzenia.

⁶ American Psychiatric Association, *The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, Fifth Edition, 2013, s. 50–59

⁷ T. Hanbury, *Strategie wspierania pozytywnych zachowań dzieci i młodzieży z autyzmem*, Warszawa, Fraszka Edukacyjna, 2016, s. 19–20

Proces uczenia się osób z ASD może być wysoce stresujący i wymagający, zatem systemy wspierające terapię osób ze spektrum autyzmu powinny być odpowiednio dostosowane do ich potrzeb. Ze względu na często występującą u osób ze spektrum autyzmu wysoką wrażliwość na bodźce, środowisko uczenia się musi być optymalne stymulacyjne, niezawierające elementów zarówno zbyt ekscytujących czy rozpraszających, jednocześnie nie będące surowym, instytucjonalnym. Istotnym jest, aby środowisko to było bezpieczne, zdrowe, spokojne i przewidywalne, jednocześnie zapewniając wysoki stopień motywacji. Ponadto, sama treść uczenia się także powinna być odpowiednio dostosowana, a zadania wyznaczone w sposób możliwy do osiągnięcia⁸.

Narzędzia wirtualnej rzeczywistości są coraz częściej stosowane jako element wsparcia terapii osób ze spektrum autyzmu. Platformy VR mogą spełniać opisane warunki dobrego środowiska uczenia się, a co więcej zapewniają elastyczność dostosowywania przestrzeni i oferują aplikacje mogące symulować wiele sytuacji. Urządzenia HMD pozwalają ponadto na odcięcie się od wizualnych bodźców zewnętrznych, co może ułatwić do skupienia na realizowanym zadaniu. Symulowanie uczonej czynności w bezpiecznym środowisku wirtualnym może stanowić przygotowanie do wykorzystania nabytych umiejętności w świecie rzeczywistym.

Celem badań było sprawdzenie możliwości wsparcia terapii dzieci ze spektrum autyzmu w zakresie planowania i realizacji zadań oraz koordynacji wzrokowo-ruchowej. Stworzono dwie aplikacje VR skupiające się na tych obszarach, które zostały przetestowane przez terapeutów oraz osoby z ASD, a następnie poddane ewaluacji pod kątem dostosowania do potrzeb osób ze spektrum autyzmu, przydatności i możliwości zastosowania podczas zajęć terapeutycznych.

Analiza istniejących publikacji

Publikacje dotyczące zastosowania wirtualnej rzeczywistości w terapii osób z ASD w znacznym stopniu skupiają się nad możliwością wsparcia treningu umiejętności społecznych. Przegląd A. Deschling et al.⁹ wskazuje 49 badań przeprowadzonych w tym temacie, w których brało udział łącznie 652 uczestników w wieku 2–38 lat. Wirtualna rzeczywistość w tym badaniu obejmuje wszystkie typy immersyjności, zatem włącza także tradycyjne programy komputerowe czy systemy CAVE¹⁰. 8 z analizowanych badań dotyczyło użycia systemów HMD. W przeglądzie wskazano na wysoki stopień akceptacji wszystkich typów urządzeń przez osoby badane. Jednocześnie, zauważono potrzebę zastosowania interdyscyplinarnego podejścia w przyszłych badaniach, czyli współpracy specjalistów technicznych i klinicznych.

⁸ Ibidem, s. 76–93

⁹ A. Dechling, T. Kalandadze, A. Nordahl-Hansen et al., *Virtual and augmented reality in social skills interventions for individuals with autism spectrum disorder: A scoping review*, "Journal of Autism and Developmental Disorders", 2022, nr 52(1)

¹⁰ CAVE – systemy wirtualnej rzeczywistości, które używają od 3 do 6 ścian z naniesionym obrazem poprzez użycie projektorów lub ekranów tak, aby wyświetlane środowisko otaczało użytkownika ze wszystkich stron.

Badania skupiające się na wsparciu rozwoju funkcji wykonawczych dotyczą najczęściej obszarów takich jak korzystanie z komunikacji publicznej. Przeanalizowane badania symulowały korzystanie z autobusu^{11,12}, samolotu¹³ i przechodzenie przez przejście dla pieszych¹⁴. W badaniach stosowano różne platformy VR takie jak Oculus Rift, HTC Vive czy Google Cardboard. Grupy badawcze obejmowały od 5 do 10 osób z ASD, które odbywały sesje z wykorzystaniem przygotowanych aplikacji VR, a następnie dokonywano oceny poprawy ich umiejętności w świecie rzeczywistym. Środowiska wirtualne były tworzone tak, by odzwierciedlały rzeczywiste przestrzenie i sytuacje (na przykład poprzez stworzenie wirtualnego środowiska przypominającego przystanek pod miejscem zamieszkania i trasę do miejsca odbywania stażu pracy). W badaniach zastosowano metody różnicowania trudności poszczególnych etapów procesu, na przykład poprzez kontrolę ilości dystraktorów (w pracy M. Simões et al. było to uzyskane dynamicznie poprzez zastosowanie systemu biofeedback do rejestrowania poziomu stresu), wykorzystanie medium o różnym stopniu immersyjności (tablet, nieinteraktywne narzędzia VR, w pełni immersyjne i interaktywne narzędzia VR) czy podział zadania na poziomy trudności. W wymienionych badaniach zauważono poprawę umiejętności w świecie rzeczywistym (w przypadku M. Simões et al. zmniejszenie poziomu stresu między sesjami VR) i wskazano, że urządzenia wirtualnej rzeczywistości spotkały się z akceptacją wśród osób badanych.

Przegląd literatury dotyczącej wykorzystania VR w rehabilitacji umiejętności poznawczych (L. Shahmoradi i S. Rezayi)¹⁵ wskazał 17 badań, w których uczestniczyło od 1 do 56 osób. Szesnaście z nich wykazało poprawę w uczeniu się wykonywania zadań, zdolności do skupienia uwagi oraz umiejętnościach codziennych. Zwrócono jednak uwagę na problemy współczesnych platform wirtualnej rzeczywistości, takich jak wysoki koszt urządzeń czy ograniczona wygoda użytkowania ze względu na rozmiar i wagę, powodująca niską tolerancję urządzeń VR. Zauważono, że urządzenia te są lepiej tolerowane przez dzieci w starszym wieku i o wyższym współczynniku IQ. Aspekty te wskazują na konieczność dobrego dostosowania narzędzi VR do osób ze spektrum autyzmu w różnym wieku.

W literaturze jest również poruszany temat stosowalności VR (rozumianego w szerszym ujęciu) do usprawniania koordynacji wzrokowo-ruchowej osób z ASD. W czasopiśmie *Interactive Learning Environments*¹⁶ opublikowano artykuł opisujący grę polegającą na wykonywaniu odpowiednich gestów tak, aby wirtualne delfiny wykonywały sztuczki.

¹¹ N. Glaser, M. Schmidt, *Investigating the usability and learner experience of a virtual reality adaptive skills intervention for adults with autism spectrum disorder*, "Educational Technology Research and Development", 2021, nr 69(1)

¹² B. Barros, M. Castelo-Branco, M. Simões, *Virtual travel training for autism spectrum disorder: Proof-of-concept interventional study*, "JMIR Serious Games", 2018, 6(1)

¹³ C. Miller, I. Miller, B. Wiederhold et al., *Virtual reality air travel training with children on the autism spectrum: A preliminary report*, "Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking", 2020, nr 23(1)

¹⁴ M. Abuhelaleh, L. Almazaydeh, R. Al-Mohtadi, *Virtual reality technology to support the independent living of children with autism*, "International Journal of Electrical and Computer Engineering", 2022, nr 12(4)

¹⁵ S. Rezayi, L. Shahmoradi, *Cognitive rehabilitation in people with autism spectrum disorder: a systematic review of emerging virtual reality-based approaches*, "Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation", 2022, nr 19(91)

¹⁶ L. Andrew et al., *Learning through VR gaming with virtual pink dolphins for children with ASD*, "Interactive Learning Environments", 2019, nr 26

Aplikacja została stworzona na urządzenie Kinect¹⁷. Zadaniem użytkownika było odwzorowywanie ruchów postaci znajdującej się na ekranie. Gra została przetestowana w grupie 12 dzieci w wieku od 8 do 16, z czego 10 z nich to osoby z ASD. Testy wykazały, że aplikacja pozytywnie wpłynęła na zdolność do podążania za kierunkami uczestników oraz ich koordynację wzrokowo-ruchową.

Przytoczone badania i przeglądy wskazują na wysoki potencjał wykorzystania VR we wsparciu terapii osób z ASD. Rozwój technologii prowadzący do zmniejszenia rozmiarów urządzeń wirtualnej rzeczywistości może pozwolić na zniwelowanie części przeszkód, natomiast dalej istnieje potrzeba ścisłej współpracy interdyscyplinarnej dla zapewnienia dobrze dostosowanych platform i aplikacji wirtualnej rzeczywistości. W momencie pisania niniejszej pracy, nie znaleziono badań skupiających się na wsparciu nauki planowania zadań poprzez wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości. Natomiast prace na temat wspierania koordynacji wzrokowo-ruchowej istnieją, skupiają się jednak na mniej immersyjnych urządzeniach (takich jak wspomniany Kinect).

Metodologia

W ramach badań w pierwszej kolejności dokonano analizy dotychczasowego wykorzystania platform i aplikacji VR przez grupę terapeutów przeszkoloną przez firmę Unicorn VR World¹⁸. W tym celu przeprowadzono ankietę zawierającą pytania zamknięte i otwarte oraz przeprowadzono wywiady z terapeutami w formie wideorozmowy. Zebrane informacje poddano analizie i na ich podstawie sformułowano zestaw wymagań funkcjonalnych dwóch aplikacji wirtualnej rzeczywistości – pierwszej wspierającej terapię w zakresie planowania i realizacji zadań oraz drugiej, obejmującej obszar koordynacji wzrokowo-ruchowej.

Korzystając ze zgromadzonych wymagań, stworzono projekty aplikacji VR, a następnie zaimplementowano je przy użyciu silnika Unity¹⁹ i biblioteki XR Interaction Toolkit²⁰. Jako urządzenie docelowe wybrano Meta Quest 2²¹ (dawniej Oculus Quest 2). Wybór był umotywowany faktem, iż wszyscy terapeuci, z którymi nawiązano współpracę, używali

¹⁷ Kinect – czujnik ruchu produkowany przez firmę Microsoft do konsoli Xbox. Umożliwia sterowanie w grach za pomocą ruchów i gestów.

¹⁸ Unicorn VR World to firma działająca na terenie Polski, która prowadzi szkolenia dla nauczycieli i terapeutów w zakresie wykorzystywania urządzeń VR podczas zajęć terapeutycznych. W chwili pisanego tego artykułu jest to jedyna jednostka w Polsce prowadząca tego typu szkolenia.

¹⁹ Unity jest wieloplatformowym silnikiem tworzonym przez firmę Unity Technologies. Podstawowym zastosowaniem tego silnika jest tworzenie gier, ale jest używany także w przemyśle filmowym, samochodowym, architekturze i innych. Podstawowa wersja tego produktu jest dostępna nieodpłatnie dla wszystkich projektów niekomercyjnych.

²⁰ XR Interaction Toolkit jest biblioteką rozwijaną przez firmę Unity Technologies dla silnika Unity. Umożliwia ona łatwą integrację z szerokim zestawem urządzeń VR. Biblioteka ta jest właściwie zbiorem komponentów, zapewniających różne rodzaje interakcji, takich jak obsługa wejścia z kontrolerów VR czy interakcja z interfejsem użytkownika.

²¹ Meta Quest 2 – urządzenie wirtualnej rzeczywistości typu HMD, obecnie rozwijane przez firmę Meta. Jedną z najpopularniejszych platform VR, składa się z gogli wirtualnej rzeczywistości posiadających 2 ekrany i wyposażonych w kamery oraz z kontrolerów służących do interakcji ze środowiskiem urządzenia.

tego urządzenia w celach terapeutycznych. Aplikacje powstawały w sposób iteracyjny – pierwsze wersje aplikacji zostały poddane ewaluacji poprzez udostępnienie ich grupie terapeutów i przeprowadzenie ankiety badającej jakość aplikacji i poziom jej dostosowania do potrzeb osób ze spektrum autyzmu. Finalne wersje aplikacji zostały zbudowane w oparciu o wyniki tych badań, a następnie ponownie udostępnione w celu przeprowadzenia końcowej ewaluacji poprzez wykorzystanie ich w trakcie sesji terapeutycznych oraz dokonania oceny w formie ankiety przez terapeutów.

Badanie stanu wykorzystania aplikacji VR w terapii

W celu ustalenia zbioru wymagań tworzonych aplikacji, zbadano dotychczasowe wykorzystanie narzędzi VR w terapii osób ze spektrum autyzmu. Przeprowadzona ankieta jak i rozmowy szczegółowe z terapeutami badały cztery obszary związane z technologią wirtualnej rzeczywistości:

1. Opinia terapeutów na temat aktualnego stanu aplikacji wirtualnej rzeczywistości wykorzystywanych w terapii, ich mocnych stron i braków.
2. Sposób wykorzystania VR w trakcie terapii, zakres wiekowy osób korzystających z VR, umiejscowienie czasowe i długość sesji w wirtualnej rzeczywistości.
3. Relacja osób ze spektrum autyzmu z technologią VR, preferowane metody sterowania w środowisku wirtualnym i potencjał VR w ćwiczeniu planowania i realizacji zadań oraz koordynacji wzrokowo-ruchowej.
4. Ocena różnego typu instrukcji stosowanych w aplikacjach wirtualnej rzeczywistości.

W ankiecie wzięło udział 10 terapeutów, z 4 ankietowanymi odbyto także wideorozmowy. Terapeuci wskazali, że wykorzystują technologię wirtualnej rzeczywistości także podczas sesji z osobami z niepełnosprawnością intelektualną. Wszyscy ankietowani w trakcie sesji terapeutycznych korzystają z urządzenia VR Meta Quest 2.

Najczęściej używanym typem aplikacji są aplikacje ruchowe (7 ankietowanych), artystyczne (5) oraz symulatory (4). Tytuły, które zostały wymienione w największej liczbie odpowiedzi to Beat Saber²² i Bogo²³. Beat Saber to aplikacja ćwicząca koordynację wzrokowo-ruchową, w której gracz ma za zadanie przecinać nadlatujące sześciany w rytm muzyki. Bogo, program uczący opieki nad zwierzęciem, został ponadto wskazany przez większość ankietowanych jako najbardziej przydatna aplikacja w terapii osób ze spektrum autyzmu ze względu na pozytywny wpływ na naukę empatii, budowania relacji społecznych i zachowań społeczno-emocjonalnych.

Wśród najbardziej przydatnych aspektów środowiska wirtualnego, terapeuci wskazali: możliwość symulacji sytuacji rzeczywistych w kontrolowanym środowisku (10), zaciekawienie technologią (8), opcje indywidualnego dostosowania środowiska (7), kontrola bodźców w otoczeniu (6), możliwość stworzenia własnych scenariuszy sesji w immersyjnym środowisku (6). Ponadto, ankietowani podkreślili istotność wirtualnej rzeczywistości

²² Link do aplikacji Beat Saber w sklepie Meta Quest: <https://www.meta.com/en-gb/experiences/2448060205267927/>, [dostęp: 13.01.2024]

²³ Link do aplikacji Bogo w sklepie Meta Quest: <https://www.meta.com/en-gb/experiences/1893756264000446/>, [dostęp 13.01.2024]

jako narzędzia pozwalającego odciąć się od bodźców zewnętrznych, w szczególności w kontekście terapii osób ze spektrum autyzmu. Jest to czynnik pozwalający na skupienie uwagi na wykonywanym zadaniu, co z kolei wpływa pozytywnie na proces uczenia się i zapamiętywania. Wraz z możliwością dostosowania środowiska wirtualnego do indywidualnych potrzeb pacjenta, aspekty te pozwalają na aktywizację osób dotychczas biernych poprzez odkrywanie nowych możliwości postępowania, porozumiewania, poruszania się. W trakcie rozmów szczegółowych terapeutyci zaznaczyli również wysoki potencjał środowiska wirtualnego w generalizacji^{24,25} nauczonych zachowań. Forma gry bądź symulacji pozwala na wielokrotne powtarzanie czynności, a środowisko wirtualne dodatkowo motywuje do działania samo w sobie lub poprzez zastosowanie systemów nagród, zapewniając jednocześnie możliwość wyciszenia i bezpiecznego ćwiczenia umiejętności (tutaj, poza ćwiczeniami koordynacji wzrokowo-ruchowej, wymieniono także trening mowy i autoprezentacji).

Wykorzystywane dotychczas aplikacje to aplikacje dostępne darmowo lub odpłatnie na platformie Meta Store lub poprzez jej deweloperski odpowiednik App Lab. Są to programy komercyjne, zatem mogą nie być odpowiednio dostosowane do potrzeb osób ze spektrum autyzmu. Największe przeszkody w stosowaniu istniejących aplikacji VR podczas zajęć terapeutycznych to według terapeutów brak polskiej wersji językowej (10), niska różnorodność zadań (4), niska konfigurowalność poziomu trudności (4), mało zrozumiały opis celu zadań (4). W rozmowach terapeutyci zauważyli także, że brakuje aplikacji dobrze dostosowanych do dzieci w wieku przedszkolnym oraz osób powyżej 16. roku życia. Ponadto, wskazano następujące cechy aplikacji, które nie są przyjazne dla osób ze spektrum autyzmu:

- Jaskrawa kolorystyka, jasne światła,
- Brak kontroli szybkości wyzwań,
- Dystraktory, szybko poruszające się elementy,
- Głośna muzyka, drażniący ton głosu postaci lub narratora, zbyt długie instrukcje głosowe.

Sesje VR w trakcie trwania terapii trwają zwykle poniżej 20 minut (7), często nie przekraczając 10 minut (4). Ich umiejscowienie czasowe w obrębie terapii jest różne, część ankietowanych wskazała także, że sesji może odbywać się kilka w trakcie jednego spotkania oraz że nie każda sesja terapeutyczna zawiera sesję VR.

Osoby korzystające z wirtualnej rzeczywistości podczas terapii zwykle robią to chętnie (9 ankietowanych przyznało ocenę 5 w skali 1–5, 1 osoba przyznała ocenę 4). Według terapeutów, większość osób korzystających z terapii preferuje statyczny sposób sterowania w pozycji siedzącej (7) lub fizyczne przemieszczanie się w wyznaczonym obszarze gry (6). Wirtualne metody poruszania się (płynne lub skokowe) zostały wskazane jako najrzadziej używane.

Wśród proponowanych tematów aplikacji wspierającej ćwiczenie koordynacji wzrokowo-ruchowej, najwięcej terapeutów (9) wskazało symulację sprzątania pokoju,

²⁴ Generalizacja to pochodzące z psychologii behawioralnej pojęcie oznaczające przeniesienie zachowań wytrenowanych w środowisku laboratoryjnym (na przykład w gabinecie terapeutycznym) do świata rzeczywistego.

²⁵ A. Budzińska, *Skuteczna terapia dziecka z autyzmem. Praktyczny poradnik dla terapeutów i rodziców*, Sopot, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, 2020, s. 97–109

budowanie wieży z klocków (7) oraz rzut piłką (7). W przypadku treningu planowania i wykonania zadań, wskazano tematy takie jak przyrządzanie prostych posiłków (10), robienie zakupów (7) i sprząatanie w domu (7). W trakcie rozmów szczegółowych podkreślono przydatność aplikacji uczących zadań życia codziennego.

W ankiecie rozpatrzono trzy sposoby komunikowania instrukcji w środowisku VR poprzez przyznanie im oceny w skali 1–5. Sposoby te to instrukcje tekstowe, głosowe i obrazkowe. Instrukcje obrazkowe zostały najlepiej ocenione przez terapeutów (średnia 4,8), natomiast niżej zostały ocenione kolejno instrukcje głosowe (4,1) i tekstowe (2,8).

Na podstawie powyższych wyników badań stworzono zestaw ogólnych wymagań aplikacji VR. Zidentyfikowano następujący zbiór najistotniejszych elementów aplikacji VR dostosowanej do potrzeb osób ze spektrum autyzmu:

- System nagród motywujący do dokładnego i coraz lepszego wykonywania zadań,
- Krótkie, dobrze zdefiniowane i powtarzalne poziomy,
- Wirtualny przewodnik lub pupil jako motywator i czynnik wspierający rozwój komunikacji społecznej,
- Polska wersja językowa,
- Ograniczenie lub kontrola liczby bodźców i elementów otoczenia,
- Dostosowana warstwa dźwiękowa – spokojna muzyka, neutralne tony głosów,
- Krótkie, jasne instrukcje, najlepiej w formie obrazkowej,
- Konfigurowalność poziomu trudności, ilości odpowiedzi,
- Proste, przejrzyste, a zarazem przyjazne środowisko aplikacji,
- Symulacja sytuacji rzeczywistych.

Aplikacje VR

Na potrzeby badań stworzono dwie aplikacje zgodne z opisanymi powyżej wymaganiami. Aplikacje powstawały w trybie iteracyjnym – w pierwszej kolejności stworzono prototypy z jednym poziomem, które następnie poddano ocenie przez terapeutów. Finalne wersje aplikacji zawierały dodatkowe poziomy i uwzględniono w nich także uwagi zebrane podczas ewaluacji prototypów. Aplikacja została stworzona na urządzenie Meta Quest 2. Obie aplikacje skupiają się na nauce wykonywania codziennych czynności w środowisku domowym, kładąc nacisk na określone aspekty terapeutyczne.

Aplikacja Plan & Execute – House Chores wspierająca naukę planowania i realizacji zadań została zaprojektowana zgodnie z metodą planów aktywności^{26,27}. Każdy z poziomów aplikacji składa się z dwóch faz:

- Faza planowania – użytkownik ma za zadanie ułożyć łańcuch czynności potrzebnych do poprawnego wykonania zadania. Poszczególne czynności są przedstawione na interaktywnych klockach, które należy ułożyć we właściwej kolejności

²⁶ Metoda planów aktywności to podejście polegające na uczeniu samodzielnej pracy dzieci w spektrum autyzmu przez bodźce wizualne (jak np. segregator z instrukcją) podpowiadające, w jaki sposób wykonywać określone zadania.

²⁷ T. Pietras, D. Podgórska-Jachnik, K. Sipowicz et al., *Spektrum autyzmu – od diagnozy i terapii do integracji i inkluzji*, Wrocław, Wydawnictwo Helion, 2020, s. 520–522

na wskazanych polach. Po właściwym dopasowaniu klocka do jego pozycji w ciągu, pole pod klockiem podświetla się na kolor zielony, w przeciwnym wypadku – czerwony. Ułożenie poprawnego łańcucha czynności umożliwia przejście do fazy drugiej.

- Faza wykonania zadania – kierując się ułożonym planem aktywności, użytkownik ma wykonać wyznaczone zadanie (na przykład umyć naczynia). Plan aktywności jest widoczny, umiejscowiony na półce nad przestrzenią wykonania zadania, a czynność, którą należy aktualnie wykonać (na przykład podnieść talerz) jest wskazana strzałką i zmienia się dynamicznie wraz z postępem użytkownika. Przykład przestrzeni tej fazy przedstawiono na Ilustracji 1.

Prototyp aplikacji zawierał jeden poziom, polegający na umyciu naczyń, z możliwością wyboru liczby i typu mytych naczyń (spośród kubka, łyżki i talerza). Fazy planowania i wykonania zadania odbywają się osobno dla każdego typu naczynia. Kolejne poziomy, które dodano w wersji finalnej aplikacji, polegały na przygotowaniu kanapki z gotowych składników oraz nakarmieniu kota. System, już na etapie prototypu, został wyposażony w mechanizm śledzenia postępu użytkownika, aby umożliwić wskazanie czynności, którą należy wykonać w danym momencie rozgrywki. W prototypie zrealizowanie zadania skutkowało wyświetleniem pochwały i nagrody w postaci modelu kota wykonującego podskoki. W wersji finalnej aplikacji wprowadzony został system nagród oceniający dokładność planowania, wykonania zadania oraz czas spędzony w poziomie, przeliczany na od 0 do 3 gwiazdek, a animacja kota została wzbogacona możliwością interakcji z pupilem. Ponadto, dodano muzykę tła, z możliwością jej wyciszenia i system podpowiedzi w formie obiektów 3D w kształcie znaku zapytania, które po interakcji wyświetlają krótką podpowiedź tekstowo-obrazkową.

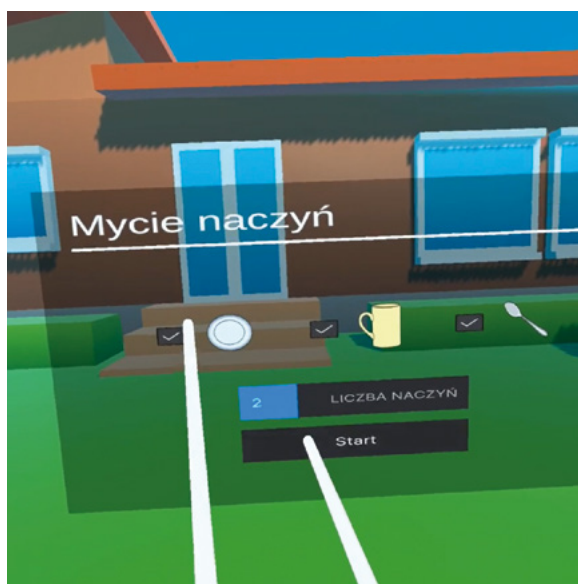
Ilustracja 1. Jeden z poziomów aplikacji Plan & Execute – House Chores, w którym zadaniem do wykonania jest zrobienie kanapki



Źródło: opracowanie własne

Środowisko aplikacji zostało utrzymane w neutralnych kolorach, typowych dla domu rodzinnego. Interaktywne elementy świata gry ograniczono do przedmiotów koniecznych do wykonania zadania, minimalizując przy tym także liczbę statycznych elementów otoczenia do tych koniecznych, by zachować realizm i przyjazność otoczenia. Metody poruszania się w aplikacji zostały ograniczone do fizycznego przemieszczania się w obszarze gry, natomiast interakcja ze światem wirtualnym w prototypie odbywała się za pomocą kontrolerów urządzenia Meta Quest 2, a w wersji finalnej możliwe jest także użycie funkcji śledzenia dłoni²⁸. W poszczególnych poziomach aplikacji interakcja z przedmiotami w obu trybach sterowania odbywa się poprzez bezpośrednie chwycenie danego przedmiotu, natomiast w menu głównym aplikacji do interakcji z interfejsem użytkownika został użyty system promieni²⁹ (jak przedstawiono na Ilustracji 2).

Ilustracja 2. Interfejs użytkownika w aplikacji Plan & Execute – House Chores oraz promienie używane do interakcji z nim



Źródło: opracowanie własne

Do zaprojektowania klocków z elementami planu aktywności wykorzystano grafiki ze zbioru Augmentative and Alternative Systems of Communication³⁰ udostępnionego

²⁸ Śledzenie dłoni to funkcja oferowana przez urządzenie Meta Quest 2, umożliwiającą korzystanie z wirtualnego środowiska bez użycia kontrolerów. Analizując obraz z kamer urządzenia, estymowana jest pozycja rąk użytkownika i interpretowane są odpowiednie gesty.

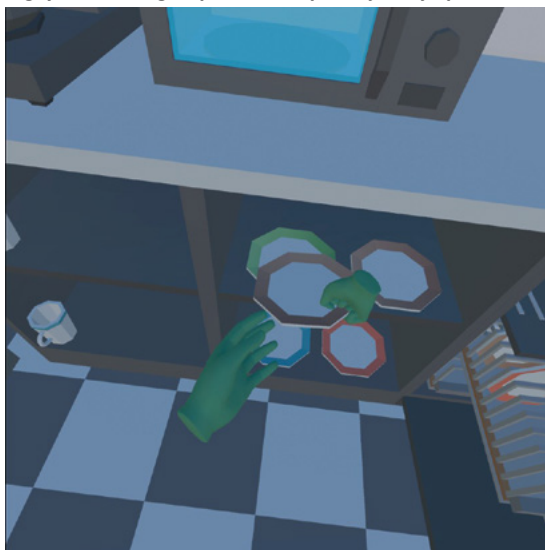
²⁹ Sterowanie za pomocą systemu promieni w środowisku VR polega na zastosowaniu widocznych dla użytkownika promieni wychodzących z kontrolerów, które stanowią niejako przedłużenie wirtualnych rąk. Pozwalają one na wchodzenie w interakcję z obiektami oddalonymi od użytkownika w przestrzeni wirtualnej.

³⁰ Augmentative and Alternative Systems of Communication (AAC) – systemy wspomagające komunikację lub stanowiące alternatywną metodę komunikacji osobom, które mają trudności z mową.

przez organizację Aragonese Center of Augmentative and Alternative Communication³¹, które są wykorzystywane w systemach wspierających mowę i jej rozwój.

Druga aplikacja, TidyUp, wspierająca ćwiczenie koordynacji wzrokowo-ruchowej w wersji prototypu zawierała poziom polegający na sprzątaniu pokoju dziecięcego. Zadanie polegało umieszczeniu określonych typów zabawek do przypisanych im skrzyń. Prototyp pozwalał na konfigurowanie liczby przedmiotów do wygenerowania, a także na włączenie dodatkowego utrudnienia, które powoduje, że skrzynie na początku poziomu są zamknięte i należy otworzyć je kluczem o odpowiednim kolorze. Wersja finalna systemu zawiera także poziom polegający na rozładowaniu zmywarki i umieszczeniu naczyń oraz sztućców na wyznaczonych miejscach w szafkach kuchennych (przykład na Ilustracji 3). Tutaj także użytkownik może skonfigurować liczbę elementów w rozgrywce.

Ilustracja 3. Fragment rozgrywki w drugim poziomie aplikacji TidyUp



Źródło: opracowanie własne

System, zarówno w wersji prototypowej jak i finalnej, zawiera także samouczek, w którym narrator tłumaczy, w jaki sposób należy wykonać zadanie. W trakcie monologu, w przestrzeni gry pojawiają się strzałki wskazujące omawiane przedmioty. Samouczek można wyłączyć przed uruchomieniem poziomu. Podczas wykonywania zadania wyświetlany jest także postęp poprzez wskazanie, jaką liczbę przedmiotów danego typu należy jeszcze posprzątać.

W wersji finalnej aplikacji dodano postać lisa jako dodatkową motywację do wykonania zadania. Po skierowaniu wzroku w jego stronę, lis odtwarza animację wykonywania podskoków. Wprowadzono także system nagród, oparty o liczbę pomyłek – użytkownik może zdobyć od 1 do 3 gwiazdek (Ilustracja 4).

³¹ Strona domowa organizacji ARASAAC <https://arasaac.org/index.html>, [dostęp 21.01.2024]

Ilustracja 4. Podsumowanie poziomu w aplikacji TidyUp

Źródło: opracowanie własne

Aplikacja umożliwia wybór różnych systemów poruszania się. Jeżeli wyznaczony obszar gry jest zbyt mały, by osiągnąć elementów korzystając jedynie z fizycznego poruszania się, użytkownik może skorzystać z dwóch trybów wirtualnego poruszania się – płynnego, poprzez sterowanie drążkiem kontrolerów lub skokowego – teleportacji we wskazane miejsce. Rotacja kamery także może odbywać się płynnie lub skokowo (każde odchylenie drążka odpowiada przeskokowi kamery o określony kąt). Interakcja ze światem wirtualnym także może odbywać się na dwa sposoby – poprzez bezpośrednie chwycenie przedmiotu kontrolerami lub poprzez wykorzystanie systemu promieni. System promieni jest domyślnie używany w menu głównym.

Wyniki badań

Ewaluacja aplikacji została przeprowadzona dwukrotnie – w pierwszej iteracji udostępniono terapeutom prototypy, a w drugiej wersji finalnej, uwzględniające zebrane uwagi. Ankiety dotyczące aplikacji zostały przeprowadzone oddzielnie dla każdej z aplikacji ze względu na osobny cykl rozwoju systemów i różnice w zastosowanych rozwiązaniach.

Kwestionariusze dotyczące prototypów miały jednakową strukturę, zawierały pytania o mocne i słabe strony systemów, napotkane problemy oraz ocenę komfortu wirtualnej przestrzeni. W ankiecie na temat aplikacji Plan & Execute – House Chores otrzymano 3 odpowiedzi, natomiast TidyUp – 5 odpowiedzi. Ocena komfortu przestrzeni wirtualnych została oceniona w skali 1–5, w przypadku aplikacji Plan & Execute – House Chores średnia wyniosła 5, a TidyUp – 3.8. Obie aplikacje zostały odebrane pozytywnie, o czym świadczy szereg wskazanych pozytywnych cech systemów, w szczególności dotyczących możliwości zastosowania ich w przyjętych celach (generalizacja umiejętności planowania i wykonania czynności, ćwiczenie koordynacji wzrokowo-ruchowej). Wymienione wady aplikacji były aspektami dotyczącymi ściśle określonych technicznych aspektów projektu (tryby sterowania lub interakcji) lub cech wizualnych (umieszczenie planu aktywności, kolorystyka). Nie dotyczyły jednak podstawowych cech aplikacji i ich założeń.

Tabela 1. Zebrane opinie terapeutów na temat aplikacji

Aplikacja	Pozytywne strony aplikacji	Uwagi	Sugestie
Plan & Execute – House Chores	• System planowania czynności, • Ograniczenie liczby dystraktorów, • Przyjazność przestrzeni dla osób z ASD, • Czytelność, • Nagroda – animacja kota, • Zastosowanie PCS³², • Potencjał w generalizacji zachowań.	• Słabo widoczne umieszczenie planu aktywności w fazie wykonania zadania, • Uderzające się o siebie kontrolery podczas mycia naczyń, • Myląca się kolejność czynności mycia naczyń.	• Wsparcie funkcji śledzenia dłoni, • Wprowadzenie opcji interakcji z pupilem.
TidyUp	• Potencjał w ćwiczeniu koordynacji wzrokowo-ruchowej, • Nauka porządkowania przestrzeni, segregowania, przeliczania, • Właściwe skupienie uwagi na zadaniu do wykonania.	• Zbyt długi samouczek, • Za duża liczba aktywnych jednocześnie trybów mobilności, • Możliwość wejścia na meble, • Ciemna paleta barw.	• Wsparcie funkcji śledzenia dłoni, • Wprowadzenie większej liczby zadań.

Źródło: opracowanie własne

W drugiej iteracji rozwoju aplikacji zaimplementowano usprawnienia proponowane podczas ewaluacji prototypów. Nie zaimplementowano jedynie wsparcia funkcji śledzenia dłoni w aplikacji TidyUp, ze względu na obecną już w aplikacji dużą liczbę trybów interakcji. W systemie ćwiczącym planowanie i realizację zadań skupiono się na jasnym przedstawieniu oczekiwanej kolejności wykonania czynności poprzez dokładniejsze przedstawienie czynności na kostkach planu aktywności oraz zmieniono umiejscowienie planu

³² Picture Communication Symbols (PCS) to zestaw prostych grafik wspomagających komunikację oraz naukę mowy, pisania i czytania. Często są elementem systemów alternatywnej komunikacji.

aktywności w fazie wykonania zadania. Wprowadzono także nowe funkcjonalności takie jak możliwość interakcji z kotem oraz alternatywną metodę interakcji poprzez użycie funkcji śledzenia dłoni. Natomiast w aplikacji wspierającej rozwój koordynacji wzrokowo-ruchowej skrócono samouczek, rozszerzono możliwości konfiguracji (włączenia lub wyłączenia) trybów mobilności, dodano opcję ograniczenia pola widzenia podczas obrotu kamery, zmieniono paletę barw oraz uniemożliwiono wchodzenie na przedmioty powyżej poziomu podłogi. Tak usprawnione aplikacje, wraz z nowymi poziomami, udostępniono ponownie terapeutom i poddano ewaluacji końcowej.

Ocenę wersji finalnych aplikacji przeprowadzono poprzez przeprowadzenie ankiet, składających się z dwóch sekcji – ocena aplikacji według terapeuty oraz wykorzystanie aplikacji w trakcie sesji terapeutycznych. Uzyskano 4 odpowiedzi w obu ankietach oraz przeprowadzono 1 rozmowę telefoniczną. Poniższa tabela przedstawia średnią ocenę poszczególnych aspektów systemów w skali od 1 do 5 (4 odpowiedzi).

Tabela 2. Oceny aspektów poszczególnych aspektów aplikacji w skali 1–5

Aplikacja	Komfort	Dostosowanie do osób z ASD	Ćwiczenie danej umiejętności	Zaangażowanie osób grających
Plan & Execute – House Chores	4.75	5.00	5.00	4.75
TidyUp	5.00	4.75	5.00	4.25

Źródło: opracowanie własne

W sekcji dotyczącej opinii terapeutów, obie aplikacje zostały ocenione pozytywnie. W zakresie komfortu przestrzeni i dostosowania jej do osób ze spektrum autyzmu systemy uzyskały bardzo wysokie wyniki. Wymienione aspekty wpływające na komfort i dostosowanie to w obu przypadkach odpowiednio dobrana kolorystyka oraz interakcje z otoczeniem (na przykład możliwość otwierania szafek w TidyUp, co jednak w jednej odpowiedzi zostało wskazane jako potencjalny dystraktor). Większość terapeutów zgodziło się ze zdaniem, że są to aplikacje lepiej dostosowane do potrzeb osób z ASD niż aplikacje komercyjne; w przypadku Plan & Execute – House Chores jeden z terapeutów stwierdził, że trudno dokonać takiego porównania ze względu na brak podobnych aplikacji na rynku.

Obie aplikacje zostały ocenione jako właściwie motywujące do wykonania zadania – jako główne motywy wskazano przede wszystkim postacie zwierząt, a także systemy gwiazdek. Ćwiczenie umiejętności założonej w poszczególnych aplikacjach (planowanie i realizacja zadań oraz koordynacja wzrokowo-ruchowa) uzyskało najwyższą możliwą ocenę w obu przypadkach. Wskazane czynniki pozytywnie wpływające na ten aspekt w przypadku Plan & Execute – House Chores to nauka schematu planowania działań oraz tematyka zadań codziennych i potencjał w generalizacji umiejętności, natomiast w przypadku TidyUp – różne tryby interakcji, możliwość ćwiczenia rzucania, trening chwytania i nauka skupienia uwagi. W rozmowie z terapeutą wskazano sugestię, że aplikacja nauczania planowania mogłaby dodatkowo w pierwszej kolejności przedstawić poprawny łańcuch zachowań – przy pierwszej rozgrywce aplikacja wymaga, aby gracz znał lub odkrył metodą prób i błędów właściwy ciąg czynności.

Aplikacja TidyUp została ponadto oceniona pod kątem stopnia konfigurowalności zadań (średnia 4.75) oraz stopnia konfigurowalności trybów mobilności (4.75). Sugestie na dalsze usprawnienia zaproponowane przez terapeutów to dodanie możliwości wgrywania własnych modeli przedmiotów oraz wsparcie funkcji śledzenia dłoni.

Aspekty takie jak długość trwania poszczególnych poziomów i stopień trudności aplikacji zostały także ocenione pozytywnie. Dostrzeżono także możliwości wykorzystania aplikacji także w innych obszarach – aplikacja Plan & Execute – House Chores może służyć do nauki samodzielności, ćwiczenia spostrzegawczości, koordynacji wzrokowo-ruchowej, motoryki małej i dużej, a także mogłaby zostać użyta w celu wsparcia nauki zawodu na zajęciach Przysposobienia do pracy uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym (w Specjalnej Szkole Przysposabiającej do Pracy). Natomiast aplikacja TidyUp może uczyć segregowania, liczenia, rozpoznawania i opisywania kolorów i mogłaby zostać użyta w klasie 0 oraz w nauczaniu wczesnoszkolnym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną.

Każdy z terapeutów przeprowadził sesje terapeutyczne z użyciem dostarczonych wersji finalnych aplikacji. Systemy przetestowało łącznie 40 osób, z czego 30 to osoby ze spektrum autyzmu. Aplikacje podobały się osobom testującym je, dążyły one do uzyskania jak największej liczby gwiazdek. Jedna osoba odczuwała początkowo strach podczas korzystania z płynnego poruszania się w aplikacji TidyUp, natomiast w aplikacji Plan & Execute – House Chores wystąpiły trudności ze sterowaniem za pomocą funkcji śledzenia dłoni, jeden z terapeutów zwrócił także uwagę na zbyt małą czytelność kostek z planem aktywności. Zaangażowanie osób grających zostało ocenione bardzo wysoko w przypadku aplikacji ćwiczącej planowanie zadań oraz wysoko w przypadku systemu ćwiczącego koordynację wzrokowo-ruchową.

Terapeuci w obu przypadkach wskazali, że będą w przyszłości wykorzystywać aplikacje w trakcie sesji terapeutycznych.

Dyskusja

Przeprowadzone badania dotyczące zarówno prototypów aplikacji jak i ich finalnych wersji potwierdzają założenie, że środowisko wirtualnej rzeczywistości może zostać odpowiednio dostosowane do potrzeb osób ze spektrum autyzmu, zapewniając im jednocześnie wysoki komfort jak i odpowiedni stopień motywacji do wykonywania zadań. Zatem możliwe jest stworzenie wirtualnej przestrzeni mającej cechy dobrego środowiska do nauki osób ze spektrum autyzmu, wykorzystując do tego dostępne na rynku platformy VR takie jak Meta Quest 2.

Na komfort przestrzeni wpływa zastosowanie odpowiedniej kolorystyki oraz dostosowanie obiektów pomieszczenia (zarówno statycznych jak i interaktywnych). Zastosowana zmiana palety barw w aplikacji TidyUp wpłynęła pozytywnie na ocenę przestrzeni. Określenie które obiekty powinny być interaktywne okazało się jednak trudnym zadaniem – z jednej strony możliwość otwierania szafek została wskazana jako pozytywny element systemu, jednocześnie stanowiąc w niektórych przypadkach dystraktor. Rozwiązaniem tego problemu może się okazać dodanie opcji konfiguracyjnej pozwalającej

na wyłączenie tej funkcjonalności w poziomach, w których nie jest ona konieczna do wykonania zadania.

Wprowadzenie postaci wirtualnych okazało się głównym aspektem motywującym do wykonywania zadań. Szczególną uwagę zwrócono w badaniach na kota wykorzystanego w aplikacji Plan & Execute – House Chores. Wskazano, że sama jego obecność w prototypie wysoce motywowała użytkowników do działania, zatem w wersji finalnej dostarczono także poziom związany z opieką nad tym pupilem jak i nagrodę w postaci możliwości pogłaskania go. Dzięki tym rozwiązaniom stopień motywacji osób grających został oceniony bardzo wysoko. Wzmocnienie grywalizacji poprzez wprowadzenie systemów gwiazdkowych do aplikacji także miało pozytywny wpływ na motywację, jednak okazało się drugorzędne w stosunku do wirtualnych zwierząt.

Umieszczenie świata aplikacji w środowisku domowym także zostało odebrane pozytywnie – ćwiczenie umiejętności życia codziennego w najbliższym dzieciom otoczeniu zostało przedstawione jako jeden z najważniejszych czynników, który może umożliwić generalizację zachowań uczonych w aplikacji. Potraktowanie przedmiotu aplikacji bez infantylizacji oraz nauka czynności takich jak mycie naczyń otwiera także możliwości wykorzystania aplikacji w ćwiczeniu umiejętności przydatnych w pracy zawodowej.

Generalizacja zachowań nauczonych w środowisku wirtualnym także może być utrudniona ze względu na ograniczoną realistyczność symulacji. Jednak dopiero przeprowadzenie kolejnych badań, złożonych z ćwiczenia umiejętności w środowisku rzeczywistym poprzedzonym nauką w świecie wirtualnym, pozwoliłoby ocenić faktyczną generalizację zachowań.

W przeprowadzonych badaniach brało udział 40 osób, z czego 30 to osoby ze spektrum autyzmu. Jest to liczba większa niż w istotnej części analizowanych publikacji, jednak nadal istnieje potrzeba zbadania możliwości i metod wsparcia terapii osób z ASD poprzez wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości na większej i bardziej zróżnicowanej grupie badawczej. Pomimo iż wnioski wyciągnięte z przedstawionych badań przedstawiają obiecujący kierunek wykorzystania osiągnięć technologicznych w terapii, dopiero większa liczba badań pozwoliłaby potwierdzić faktyczną skuteczność użycia narzędzi wirtualnej rzeczywistości. Należy także podkreślić, że platformy te stanowią jedynie element wsparcia terapii, a nie metody terapii same w sobie. Ponadto, w badaniach analizowano opinie terapeutów, a doświadczenia samych użytkowników także zostały zebrane i przedstawione poprzez specjalistów. Istnieje zatem możliwość rozszerzenia tych badań poprzez zebranie i analizę opinii samych użytkowników systemów.

Należy także zauważyć, że osoby testujące aplikacje w większości używały wcześniej technologii VR, zatem grupa biorąca udział w badaniu nie reprezentuje ogółu osób ze spektrum autyzmu. Grupa docelowa aplikacji ogranicza się do osób dobrze znoszących korzystanie z urządzenia VR. Jednak dla osób korzystających już z zestawów wirtualnej rzeczywistości w trakcie terapii, proponowane aplikacje mogą stanowić dobrą alternatywę dla aplikacji komercyjnych, ze względu na ich dostosowanie, jak i w przypadku aplikacji uczącej planowania – unikalność uczonych umiejętności.

Uwagi przekazane przez terapeutów zawierają cenne wskazówki dotyczące dalszego rozwoju aplikacji. Sugestie te dotyczą przede wszystkim dopracowania lub rozszerzenia funkcjonalności dostarczanych przez systemy, nie są związane z fundamentalnymi

założeń lub mechanikami aplikacji. Zatem można uznać, że badania potwierdziły spełnienie założonego celu – z powodzeniem stworzono aplikacje mogące zostać wykorzystane w terapii osób ze spektrum autyzmu.

Podsumowanie

Wysokie oceny aplikacji dokonane przez terapeutów oraz zastosowanie systemów podczas sesji terapeutycznych wskazują na to, że aplikacje te mogą służyć jako wsparcie terapii osób ze spektrum autyzmu w zakresie planowania i realizacji zadań oraz koordynacji wzrokowo-ruchowej. Zebrany zestaw wymagań aplikacji stanowi cenny zbiór cech, jakie powinny spełniać systemy VR dostosowane do potrzeb osób z ASD i może stanowić podstawę do projektowania kolejnych aplikacji. Istnieje nadal potrzeba przeprowadzenia kolejnych badań dotyczących akceptowalności i skuteczności wykorzystania VR jako elementu wsparcia terapii, jednak wyniki analizowanych i przeprowadzonych badań wskazują na wysoki potencjał takiego zastosowania platform wirtualnej rzeczywistości.

Literatura

American Psychiatric Association, *The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition*, 2013

Abuhelaleh M., Almazaydeh L., Al-Mohtadi R., *Virtual reality technology to support the independent living of children with autism*, "International Journal of Electrical and Computer Engineering", 2022, nr 12(4)

Andrew L. et al., *Learning through VR gaming with virtual pink dolphins for children with ASD*, "Interactive Learning Environments", 2019, nr 26

Barros B., Castelo-Branco M., Simões M., *Virtual travel training for autism spectrum disorder: Proof-of-concept interventional study*, "JMIR Serious Games", 2018, nr 6(1)

Budzińska A., *Skuteczna terapia dziecka z autyzmem. Praktyczny poradnik dla terapeutów i rodziców*, Sopot, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, 2020

Chan S., Cai Y., Lu A. et al., *Learning through VR gaming with virtual pink dolphins for children with ASD*, "Interactive Learning Environments", 2017, nr 26

Dechsling A., Kalandadze T., Nordahl-Hansen A. et al., *Virtual and augmented reality in social skills interventions for individuals with autism spectrum disorder: A scoping review*, "Journal of Autism and Developmental Disorders", 2022, nr 52(1)

Hanbury T., *Strategie wspierania pozytywnych zachowań dzieci i młodzieży z autyzmem*, Warszawa, Fraszka Edukacyjna, 2016

Glaser N., Schmidt M., *Investigating the usability and learner experience of a virtual reality adaptive skills intervention for adults with autism spectrum disorder*, "Educational Technology Research and Development", 2021, nr 69(1)

Miller C., Miller I., Wiederhold B. et al., *Virtual reality air travel training with children on the autism spectrum: A preliminary report*, "Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking", 2020, nr 23(1)

Pietras T., Podgórska-Jachnik D., Sipowicz K. et al., *Spektrum autyzmu – od diagnozy i terapii do integracji i inkluzji*, Wrocław, Wydawnictwo Helion, 2020

Rezayi S., Shahmoradi L., *Cognitive rehabilitation in people with autism spectrum disorder: a systematic review of emerging virtual reality-based approaches*, "Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation", 2022, nr 19(91)

Spis ilustracji

Ilustracja 1. Jeden z poziomów aplikacji Plan & Execute – House Chores, w którym zadaniem do wykonania jest zrobienie kanapki. Źródło: opracowanie własne.

Ilustracja 2. Interfejs użytkownika w aplikacji Plan & Execute – House Chores oraz promienie używane do interakcji z nim. Źródło: opracowanie własne.

Ilustracja 3. Fragment rozgrywki w drugim poziomie aplikacji TidyUp. Źródło: opracowanie własne.

Ilustracja 4. Podsumowanie poziomu w aplikacji TidyUp. Źródło: opracowanie własne.