

Adam Krzysztof Żądło*

ORCID: 0000-0001-6104-4179

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

WROGOWIE CYFROWEJ IMMERSJI. ANALIZA AKTUALNYCH PRZESZKÓD TECHNOLOGICZNO-PERCEPCYJNYCH DLA VR, AR, MR, XR NA PRZYKŁADZIE INSTALACJI PT. *MAKIETOWANIE RZECZYWISTOŚCI*

Tworzone obecnie światy cyfrowe operują na pewnym stopniu umowności i wymagają od użytkownika ciągłego „aktywnego wierzenia” w prezentowaną rzeczywistość. Artykuł prezentuje wnioski z tworzenia i eksponowania artystycznej instalacji Mixed Reality pt. *Makietowanie rzeczywistości*. Na jej podstawie prezentuje aktualne problemy techniczne i percepcyjne wynikające z prób łączenia rzeczywistości wirtualnej i fizycznej (najczęściej wspólne dla VR, AR, MR, XR): funkcjonowanie cyfrowych dłoni, dopasowywanie paralaks, konieczny do uwzględniania ruch obiektów, deformacje optyczne, momenty podłączania się i przełączania pomiędzy rzeczywistościami, komunikację łączoną, reakcje fizjologiczne. Są to elementy zaburzające immersję i/lub poczucie „obecności” – wywołujące „odklejanie się” świata cyfrowego od fizycznego. Ich analiza pozwala zweryfikować popularne przekonania na temat obecnego i przyszłego funkcjonowania cyfrowych światów, ukazuje obecny poziom zaawansowania technologicznego oraz wskazuje obszary, które okazują się nie spełniać wykreowanych w popkulturze wyobrażeń i oczekiwań.

Słowa kluczowe: obecność, immersja, *metaverse*, rzeczywistość wirtualna (VR), świat cyfrowy, zmysły, dystraktory

WSTĘP

Zaszczepiona w kulturze przez pisarzy science-fiction popkulturowa wizja cyfrowej przyszłości ukazuje iluzję tak doskonale nałożoną na fizyczną rzeczywistość lub/i na nasze zmysły, że właściwie od niej/ich nierozzerwalną. Wyobrażenie to bazuje na technologii, która dotyka bezpośrednio zmysłów człowieka i pozwala na współpracę człowieka z komputerem (Lanier, 1992). Dzieła takie jak *Neuromancer* Williama Gibsona (1984) umożliwiły kolejnym pisarzom spopularyzowanie wizji cyfrowych światów, do których możemy się przenieść.

* Katedra Technologii Informatycznych i Mediów, Wydział Humanistyczny, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, ul. Czarnowiejska 36, 30-054 Kraków; e-mail: azadlo@agh.edu.pl.

Obraz bliski współczesnemu wyobrażeniu po raz pierwszy przedstawiono w *Snow Crash* (1992) Neala Stephensona. Czytamy tam o ludziach żyjących w wirtualnym świecie poprzez ich awatary. W Polsce problematykę przenikania się świata cyfrowego/wyobrażeniowego/nierzeczywistego i fizycznego wielokrotnie i brawurowo podejmował Stanisław Lem, szczególnie barwnie w *Kongresie futurologicznym* (1971, ze zbioru opowiadań *Bezszenność*). Filmy takie jak *Tron* (1982) Stevena Lisbergera i *Matrix* (1999) Laurence'a i Andrew Paula (obecnie Lany i Lilly) Wachowskich dodatkowo zwizualizowały i wzmocniły wyobrażenia VR/AR/MR w popkulturze. Ponadto od około 2010 roku pojawiają się coraz doskonalsze i coraz bardziej dostępne (czyli tańsze i prostsze w obsłudze) konstrukcje headsetów VR, czyniące tę technologię coraz bardziej powszechną. Meta sprzedała już prawie 20 milionów urządzeń serii „Quest” (do I kwartału 2023, wg szacunków Marka Rabkina, wiceprezesa firmy ds. VR).

Połączenie wyobrażenia wszechogarniającej cyfrowej rzeczywistości w naszej kulturze wraz ze zwiększającą się dostępnością urządzeń i rozwojem technologicznym wzbudziło społeczny optymizm i ekscytację prowadzącą do często przesadzonych zapowiedzi płynących z branży technologicznej i rozrywkowej (jak chociażby nieudany projekt Metawersu Meta zapowiedziany w 2021 r.). Twierdzenia typu „The Holodeck is here” (Edwards, 2015) odnoszące się do technologii z serialu telewizyjnego *Star Trek: The Next Generation* (1987–1994), zdolnej tworzyć nieodróżnialne (ale jednak ograniczone) iluzje rzeczywistości różnych miejsc, epok i postaci są w najlepszym razie hurraoptymistyczne. W rzeczywistości nie jesteśmy zdolni do odtworzenia nawet fragmentu tej fikcyjnej technologii, a nasze współczesne osiągnięcia skonfrontowane z wyobrażeniami ukazują wiele wciąż nierozwiązywalnych problemów (Wrońska, 2013).

Publikacje naukowe charakteryzują się bardziej ostrożnym i wyważonym tonem, jednak również one prezentują pełne spektrum wyobrażeń wpływu społecznego technologii VR, AR, MR, XR. Część badaczy ukazuje ją jako coś zupełnie nowego i rewolucyjnego (Donghee, 2018, s. 64–73). Jeremy Bailenson twierdzi, że VR powstał: „nie po to, by zdystansować się od rzeczywistości, ale po to, by wzbogacić nasze życie i wpłynąć na to, byśmy traktowali lepiej innych, środowisko, a nawet samych siebie” (Bailenson, 2018). Lucie Heath ma odmienne zdanie: empatia nie jest naturalną konsekwencją immersji technologii oferujących obraz w pełnych 360 stopniach, ani nie powinna być jedynym celem kręcenia filmów VR – wskazuje więc na potrzebę zrozumienia nowego medium, zarówno jego potencjału, jak i ograniczeń (Murray, 2020, s. 12). Z kolei dla Janet H. Murray rzeczywistość cyfrowa generowana w headsecie „nie jest magiczna i nie może być substytutem rzeczywistości bardziej niż książki, filmy czy gry fabularne” (Murray, 2020, s. 27).

Jako praktyk i artysta wizualny, chcąc zweryfikować współczesne możliwości technologiczne i przetestować ludzką percepcję wirtualnych światów, zdecydowałem się stworzyć własne narzędzie. Artykuł powstał na podstawie bezpośrednich doświadczeń, sukcesów i frustracji związanych z próbą stworzenia i publicznego zaprezentowania instalacji artystycznej MR w 2022/2023 roku. Doświadczenie obejmowało zagadnienia: śledzenia dłoni, paralaks, deformacji optycznych, jednoczesnego poruszania się w obu światach, a także kontaktu z otoczeniem i pozostawiania ośrodka zmysłów w świecie fizycznym. Bazą tego artykułu są niedociągnięcia techniczne lub problemy wynikające z ludzkiej fizjologii zaburzające obrazowanie, tworzenie i korzystanie z cyfrowych bytów.

W kontekście środowisk wirtualnych kluczowymi terminami są „immersja” i „obecność” (Grau, 2003). Immersję w kontekście headsetów VR można rozumieć jako „stopień, w jakim wyświetlacz urządzenia jest w stanie dostarczyć zmysłom użytkownika inkluzywną, rozległą, otaczającą i żywą iluzję rzeczywistości” (Slater i Wilbur, 1997). Dodatkowo immersję można definiować jako właściwość systemu używanego do wyświetlania świata wirtualnego i/lub jako odpowiedź percepcyjną na ten system i/lub jako odpowiedź na treści narracyjne i/lub jako coś potencjalnie generowanego wyzwaniem w świecie wirtualnym. „Obecność” zwięźle ujął Sheridan jako „poczucie bycia tam” (Sheridan, 1992). Podsumowując: immersja jest wypadkową zaangażowania sensorycznego, natomiast obecność jest raczej stanem psychicznym. Immersję VR/AR/MR uzyskuje się przez odcięcie od świata, dźwięk, spójną grafikę i animację. Obecność ma szansę zmanifestować się poprzez zaangażowanie ciała. (Metzinger, 2013). Immersja nie jest oczywiście czymś nowym, jej nośnikiem może być dowolne medium – łącznie z książką lub opowieścią przy ognisku. Obecność jest natomiast typowo VR-owym zjawiskiem i – co warto podkreślić – może przeszkadzać immersji. Doug A. Bowman i Ryan P. McMahan twierdzą natomiast, że pełna immersja cyfrowego świata nie jest priorytetem, jeśli dane doświadczenie wytwarza mocne poczucie obecności (Nilsson et al., 2016, s. 108–134).

Przykładem problemów relacji immersja–obecność może być *Dreams of Dali* (Salvador Dali Museum, St. Petersburg, autorstwa Goodby Silverstein & Partners, 2016) doświadczenie VR i film 360 stopni dostępne bezpłatnie na stronie <https://thedali.org/>. Jest twórczą interpretacją obrazu Salvadora Dalego pt. *Archeologiczne reminiscencje Aniola Pańskiego Milleta* z 1935 roku. Graficznie dopracowana realizacja imponuje skalą obiektów, przestrzenią i warstwą dźwiękową. Pozwala spojrzeć na znany obraz z nowych perspektyw, eksploracja ujawnia dodatkowe nawiązania i elementy znane z twórczości artysty. Można doświadczyć poczucia znalezienia się w wizji artysty, wykorzystując do jej poznania więcej zmysłów. Jednak w pełnym i komfortowym odbiorze może przeszkodzić ruch narzucony ciału – najazdy kamery na przedstawione obiekty – połączony w kilku fragmentach ze wznoszeniem się po łukach. Zastosowany efekt może wywołać mdłości i potencjalny odruch związany z lękiem wysokości. Wiele osób zdecydowało się zakończyć doświadczenie przedwcześnie z powodu problemów z błędniakiem lub narastającego uczucia zdezorientowania¹. Oto jak fizjologia wybijała z immersji, burząc również poczucie obecności.

Instalacja VR *Rising* Mariny Abramowicz (2018) tematycznie odnosi się do skutków zmian klimatycznych, głównym motywem jest tu podnoszący się poziom mórz. Zakładając gogle, widz pojawia się w wirtualnej przestrzeni, gdzie staje twarzą w twarz z artystką zamkniętą w szklanym zbiorniku, który powoli napełnia się wodą – aż po jej szyję. Widz przez kontakt wzrokowy zostaje skonfrontowany z wirtualną wersją Abramowicz, a następnie przeniesiony w dramatyczną scenę topnienia i wpadania do wody masywnych, polarnych czap lodowych. Następnie od gestów widza zależy, czy uratuje realistyczny model artystki (w zakładanym odbiorze samą Abramowicz) przed utonięciem, zobowiązując się do wspierania środowiska, co obniży poziom wody w zbiorniku. Opisana instalacja nie jest zbyt wyrafinowana koncepcyjnie,

¹ Wniosek na podstawie obserwacji studentów testujących aplikację podczas otwartych zajęć pracowni EduVRLab na AGH w Krakowie w 2019 roku.

jednak jest ciekawą próbą przeniesienia do VR performersów artystki, polegających często na konfrontacji wzrokowej z widzem, wyrazistym manifestowania własnej obecności. Została wykonana na wysokim poziomie wizualnego realizmu, co powinno ułatwić immersję. Przedsięwzięciu można jednak zarzucić wyczuwalną sztuczność animacji i modelu, co uniemożliwia utrzymanie trwałego poczucia odpowiedzialności za los zamkniętej w zbiorniku topiącej się kobiety (modelu Abramowicz) – pomimo wysokiej immersji poczucie „obecności” może się nie pojawić. Doświadczenie opiera się nie tyle na ludzkich odruchach, ile raczej możliwych interakcjach z grą (tylko konkretna czynność – przyłożenie dłoni posuwa akcję do przodu). Nawet bardzo realistyczny model człowieka nie gwarantuje, że uwierzymy w jego autentyczność. Nie jest łatwo naprawdę poczuć cudzą krzywdę z poziomu bezpiecznego obserwatora.

Ostatnim przykładem ukazującym problematykę równoległych światów (fizycznego i cyfrowego) jest praca polskiego artysty Macieja Gniadego pt. *Słoń* (2019). Gniady połączył świat fizyczny z przestrzenią wirtualną, którą możemy poznać jedynie poprzez specjalne urządzenie przekształcające dźwięk w haptyczne bodźce. Sposób, w jaki była generowana cyfrowa projekcja, był zależny od tego, jak osoba obsługująca specjalny kontroler „dotykała” wirtualnego obiektu znajdującego się na środku instalacji – trójwymiarowego modelu słonia, prezentowanego we fragmentach. W zależności od tego, jakie ruchy wykonywał użytkownik, widział inną część ciała zwierzęcia. Ze względu na zaciemnienie pokoju musiał polegać na słuchu oraz dotyku. Maciej Gniady (2019) wykorzystał motywy tradycyjnej hinduskiej przypowieści o niewidomych i słoniu, gdzie sześciu niewidomych próbowało za pomocą dotyku zbadać, jak wygląda słoń. Ponieważ każdy z nich dotykał innej części zwierzęcia, niemożliwe było spójne opisanie wyglądu słonia, co miało być metaforą opowiadającą o ograniczeniach zmysłów oraz ludzkiego aparatu poznawczego – niebędącego w stanie zbadać w pełni tego, co go otacza. Przechodzenie w instalacji pomiędzy światem abstrakcyjnym i przedstawiającym oraz wycofanie bodźców wizualnych na drugi plan okazało się cennym eksperymentem relacji immersji i obecności. Instalacja niebazująca na wizualnym realizmie dawała pole do zaistnienia specyficznej dla tej kreacji obecności (w ciemnej przestrzeni z pojawiającymi się fragmentami modelu zwierzęcia), a ujawnianie elementów poprzez dotyk i nasłuchiwanie wzmagало immersję – aktywowaną ciekawością i odruchem eksploracji.

Materiałem do dalszej analizy będą doświadczenia z realizacji i eksponowania instalacji intermedialnej pt. *Makietowanie rzeczywistości*² autorstwa Adama Żądły (2023). Instalacja powstała jako narzędzie do testowania działania medium Mixed Reality na ludzkie zmysły.

KONTEKST: MINIMULTIWERSUM – INSTALACJA ARTYSTYCZNA

Instalacja *Makietowanie rzeczywistości* składała się z dwóch głównych obiektów. Pierwszym była makietka ferrari testarossa w skali 1 : 1 – samochodu z chłopiących marzeń autora

² *Makietowanie rzeczywistości* to instalacja multimedialna zrealizowana na Wydziale Sztuki Uniwersytetu Pedagogicznego im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie w latach 2021–2023. Promotor: dr hab. Sebastian Wywiórski, prof. UP. Otwarcie wystawy: 27 stycznia 2023 r., Galeria Sztuki Współczesnej MOKiS w Myślenicach. Czas trwania: 27.01.2023–24.02.2023.

(rys. 1). Powstała ona z wykorzystaniem wyobraźni, zdjęć z internetu i metalowej zabawki (bez wzorowania się na nieosiągalnym oryginale). Została zbudowana z materiałów znalezionych na obszarze rodzinnego gospodarstwa artysty (garażu, kuchni, strychu, pobliskiego lasu): tektury, poremontowych listew i płyt, drewna, śmieci. Wygląd makiety przedstawia rysunek 1.

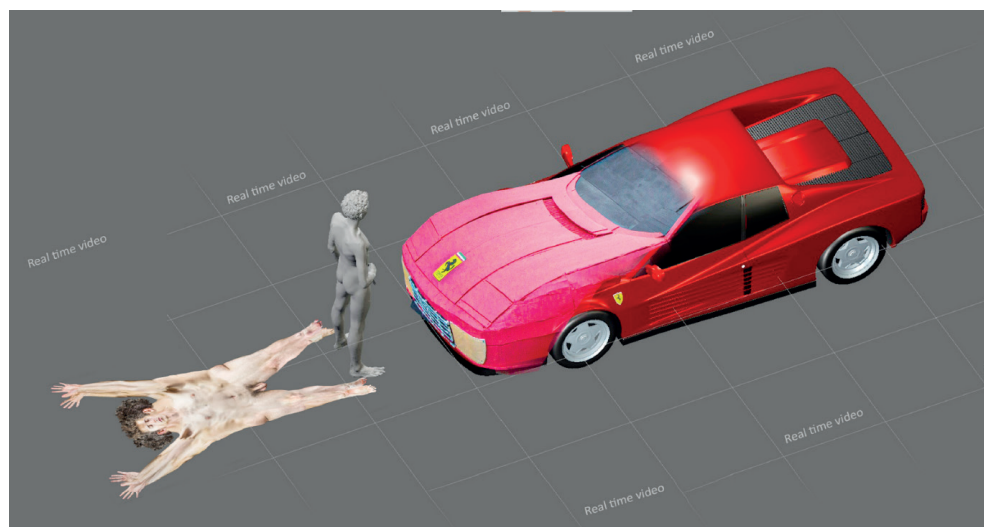


Rysunek 1. Dokumentacja fotograficzna instalacji artystycznej pt. *Makietowanie rzeczywistości* (2023). Fot. Adam Żądło

Ostatecznie poprzez headset VR na tekturową atrapę nałożony jest idealny, cyfrowy 3D ferrari testarossy – oba obiekty jako substytuty, wyobrażeniowe atrapy. Drugim elementem było ludzkie ciało: cyfrowy, hiperrealistyczny skan 3D mężczyzny również w skali 1 : 1 oraz wydrukowana hiperrealistycznie na płótnie ludzka skóra w naturalnej skali (realistyczna tekstura 2D dla geometrycznego modelu człowieka, przeskalowana i przeniesiona ze świata cyfrowego do fizycznego). Finalną wersję instalacji prezentuje rysunek 2.

Naprzeciwko tekturowej makiety samochodu leży płaska fotografia ludzkiej skóry. Oba obiekty są w skali 1 : 1. Po założeniu headsetu VR i uruchomieniu nakładki Mixed Reality (tzw. *passthrough*, czyli transmisji wideo z rzeczywistego otoczenia w czasie rzeczywistym) nad skórą pojawia się ludzka geometria, cyfrowy skan 3D. W miejscu tekturowej makiety ferrari stoi jej cyfrowy model 3D. Obiekty związane z ciałem są niepokojące przez ich bezruch i weryzm. Całość instalacji ma w założeniu podkreślić rodzaj informacji lub złudzenie, które oferuje dane medium naszym zmysłom. Widz ma do czynienia z wyobrażeniem ferrari testarossy oraz człowiekiem rozłożonym na powłoki. Dziwność elementów, wyrwanie ich z kontekstu, różnego typu deficyt i niezamierzone deformacje miały pobudzić odbiór poznawczy i wyobrażeniowy widza. Część cyfrowa instalacji powstała w silniku Unity. Headsetem

umożliwiającym pełne doświadczenie był Quest 2. Wybór był podyktowany udostępnieniem w tym modelu dla deweloperów funkcji *passthrough* (w końcu 2021 r.) – dostępu do obrazu z kamer zamontowanych z przodu headsetu. Pierwotnie kamerki te miały służyć do śledzenia gestów dłoni oraz samych kontrolerów (zależnie od wyboru sposobu interakcji) oraz były systemem zwiększającym bezpieczeństwo dzięki umożliwieniu udostępnienia podglądu z otoczenia poprzez dwukrotne dotknięcie boku urządzenia. System przełączał się na podgląd otoczenia również w sytuacji wyjścia poza zdefiniowany obszar gry. Warto podkreślić postęp poczyniony w przypadku tej generacji sprzętu – headset stał się autonomicznym urządzeniem pozbawionym kabla łączącego go z komputerem (od tego momentu opcjonalnego, potrzebnego tylko przy bardziej wymagających doświadczeniach) oraz osobnych wieżyczek służących do śledzenia położenia headsetu oraz kontrolerów. W efekcie wyłoniła się właśnie funkcja *passthrough* – dodanie do opisanych funkcjonalności możliwości połączenia transmisji wideo z fizycznego otoczenia z obiektami cyfrowymi wyświetlanymi przez soczewki headsetu. Stosunkowo tani i popularny headset zyskał funkcjonalność AR/MR, dając deweloperom możliwość tworzenia doświadczeń korzystających w dowolnej proporcji z połączenia wyświetlanych jednocześnie elementów cyfrowych i strumienia wideo z fizycznego otoczenia. Tworząc przez osiem miesięcy, a następnie prezentując widzom w galerii przez cztery tygodnie (obserwacje i pytania do 50 osób) opisaną instalację, określiłem czynniki najmocniej wpływające na immersję oraz te uniemożliwiające zaistnienie warunków do pełnego doświadczenia obecności w VR/AR/MR.



**INSTALACJA POZWIALA NA JEDNOCZESNY ODBIOR ŚWIATA
CYFROWEGO I FIZYCZNEGO.**

Szare tło oznacza czarno-białe wideo otoczenia, odbierane przez kamerki headsetu VR. Wszystkie krawędzie są renderowane na czerwono (jak w dokumentacji wideo nr 1).

Tekturowa atrapa i model Ferrari 3D przenikają się – zajmują tą samą przestrzeń. Skan 3D ciała jest zwrócony frontalnie do Ferrari.

Za modelem nagiego człowieka leży wydruk ludzkiej skóry w skali 1:1. Jasność wydruku powoduje, że w VR staje się on płaskim białym kształtem, odwrotnością cienia.

Rysunek 2. Wizualizacja instalacji artystycznej Adama Żądły pt. *Makietowanie rzeczywistości* (2023)

PRZESZKODY TECHNOLOGICZNO-PERCEPCYJNE

KONIECZNOŚĆ ZASTOSOWANIA CYFROWYCH DŁONI Z BEZBŁĘDNYM ŚLEDZENIEM RUCHU

Gesty to najważniejszy sposób interakcji w AR, MR i XR. Opisywana instalacja opierała się na nieadekwatności dotyku. Dłonie widza w headsecie nie przenikały przez cyfrowy model ferrari. Napotkały niepewny opór tektury pochodzący ze świata fizycznego (trafiały na zajmującą tę samą przestrzeń tekturową atrapę). Wrażenie nieadekwatności było pogłębione niedoskonałością i niesymetrycznością materialnego modelu, który w pewnych fragmentach pozwalał na wniknięcie dłonią/ciałem częściowo w cyfrowy model, innym razem zatrzymywał dłoń wcześniej – tuż przed powierzchnią modelu 3D. Dodatkowo brak cyfrowej reprezentacji dłoni wzmagał optyczne deformacje i sprawiał, że przenikanie fizycznych dłoni przez obiekty cyfrowe zaburzało metawersową spójność (Krogulec, 2015). Brak cyfrowo nałożonych dłoni powoduje bardzo mocne zaburzenia w postrzeganiu skali obiektów cyfrowych i zniekształcenie perspektywy połączonych światów. Efekt można zaobserwować na rysunku 3 lub pobierając darmową aplikację AR IKEA Place i wykonując ruchy dłonią przed obiektywem podczas dokładania na przykład krzesła do filmowanej przestrzeni.



Rysunek 3. Przenikanie się obiektów 3D z wideo w czasie rzeczywistym.
Dokumentacja: nagranie przechwyconego obrazu trafiającego do oczu widza

Headset Quest 2 świetnie śledzi i oddaje subtelne ruchy dłoni interaktora, co wykorzystują gry takie jak na przykład *Waltz of the wizard*, *Shadow Point*, *Landfall*. Problemem nie jest więc technologia, a raczej sposób interakcji przez dotyk w świecie fizycznym i brak tych bodźców w świecie cyfrowym. Jest to istotne w kontekście obecnego trendu (2023) tworzenia headsetów opartych na sterowaniu gestami (bez konieczności używania kontrolerów): Varjo

VR-3, Apple Vision Pro, Quest 3. Jednak brak kontrolerów = brak wibracji = brak odpowiedzi zwrotnej dotyczącej dotyku/interakcji dotykowej = konieczność zastosowania cyfrowych dłoni, które nie powinny przenikać przez obiekty cyfrowe (analogicznie do dłoni w świecie fizycznym). Zatrzymywanie się cyfrowych dłoni na obiektach 3D jest jedynie informacją zwrotną, a nie odczuciem – fizyczna dłoń gracza kontynuuje ruch w przestrzeni, którego często nie może kontynuować dłoń cyfrowa, gdy na przykład jest zatrzymywana na granicy innego obiektu 3D, by w niego nie wniknąć. Warto tutaj przywołać klasyczny eksperyment iluzji gumowej ręki (Botvinick i Cohen, 1998), w którym buduje się u badanych przekonanie, że gumowa ręka leżąca anatomicznie poprawnie na stole przed nimi należy do ich ciała (ich prawdziwa ręka znajduje się pod stołem). Wrażenie jest uzyskiwane dzięki jednoczesnemu głośkaniu „sztucznej” i „prawdziwej” dłoni przez eksperymentatorów. Co ciekawe, ten sam efekt uzyskano w uwspółcześnionej wersji eksperymentu, gdzie gumową rękę zastąpiono wirtualną. Przywołany eksperyment jest często cytowaną w artykułach o VR podstawą do stwierdzenia, że ludzie mogą postrzegać obiekty zewnętrzne jako część własnego ciała. Jak zauważa Jeremy Bailenson (2018), dotykanie obu dłoni musi być jednak doskonale zsynchronizowane, inaczej iluzja zawodzi. Złudzenie jest silne, ale niezwykle delikatne i chwilowe. Kiedy badacz przeprowadzający eksperyment z dłońmi niespodziewanie wyciąga igłę i kłuje sztuczną/wirtualną dłoń, badany błyskawicznie odsuwa rzeczywistą rękę (schowaną pod stołem) od iluzorycznego niebezpieczeństwa. Mamy tu do czynienia raczej z bezwarunkowym odruchem ciała niż umysłowym zawierzeniem iluzji (Makransky i Petersen, 2021). Gdy tylko badany poruszy swoją rzeczywistą ręką, natychmiast zdaje sobie sprawę, że znajduje się ona pod stołem, i iluzja pryska. Analogiczną sytuacją w VR jest moment, gdy interaktor próbuje poruszyć wirtualną ręką, manipulując plastikowym kontrolerem, ale mechanika chwytu z jakiegoś powodu nie zadziała lub dochodzi do niezamierzonej kolizji z rzeczywistym obiektem w przestrzeni fizycznej – poczucie połączenia między rzeczywistą ręką a wirtualną ręką jest wtedy natychmiast zrywane (Skok, 2014). VR-owa/AR-owa/MR-owa/XR-owa iluzja cyfrowa najprawdopodobniej zawsze będzie miała drobne niedoskonałości i momenty rozwarstwienia na to, co fizyczne, i na to, co cyfrowe. Próbą odpowiedzi na ten problem są pierścienie (oferowane przez startup Haptology) i rękawice haptyczne, które dodają dotyk i namiastkę wyczuwania faktury, ale już nie poczucie ciężkości/oporu. Nie oznacza to, że immersja i obecność nie mają z tych powodów szans zaistnieć, ale sugeruje, że zawsze będą operowały na pewnym stopniu umowności i „aktywnym wierzeniu” w wykreowany, cyfrowy świat (Kurzweil, 1999). Połączenie wrażeń haptycznych (np. punktowej wibracji rękawicy) powstających w zetknięciu z elementem świata cyfrowego, który odpowiada na naszą obecność/ujawnia możliwość wpływu (naszego na świat), może wytworzyć kolejne wrażenie zwane telematycznością – czyli sensualne odczuwanie nowych zjawisk (przypominających te zwykle znane człowiekowi z rzeczywistości materialnej lub kojarzące się z nimi) umiejscowionych w środowisku elektronicznym (Ostrowicki, 2009). Dana wibracja może zostać skojarzona z konkretną funkcją/obiektem/stanem/interakcją, a w wyniku jej spójnego i konsekwentnego stosowania – wzmocniona i kojarzona przez doświadczającego jej człowieka. Przykładowo: konkretna wibracja uruchamiana zawsze, kiedy użytkownik w rękawicy haptycznej podnosi kamień, nie będzie oddawała faktycznego odczucia podniesienia kamienia w świecie materialnym, jednak po pewnym czasie może stać się zupełnie

„naturalnym” odczuciem podnoszenia kamienia w doświadczanym świecie cyfrowym. Taka interakcja stanie się spodziewana i umożliwi na przykład podniesienie elementu świata cyfrowego bez patrzenia na niego i po samej wibracji (znajomej lub nie) rozpoznanie, czy podniosło się kamień. Opisany efekt jest łatwiejszy do uzyskania w środowisku VR (spójnym wizualnie i w pewnym stopniu oddzielnym od rzeczywistości fizycznej), natomiast w środowiskach AR/MR/XR operowanie jednocześnie możliwością na przykład podnoszenia na zmianę kamieni fizycznych i niematerialnych (cyfrowych) sprawia, że ciału trudniej jest spójnie połączyć dwa podobne bodźce wzrokowe z dwoma różnymi odczuciami fizycznymi (ciężarem kamienia materialnego i wibracją cyfrowego).

TRUDNOŚĆ Z DOPASOWANIEM PRZESTRZENNYM PARALAKS

Obiekty fizyczne i cyfrowe mające zajmować tę samą przestrzeń i będące w tej samej skali są niezmiernie trudne do idealnego dopasowania – w instalacji MR *Makietowanie rzeczywistości* był to przypadek wielkiej tekturowej atrapy samochodu i modelu 3D testarossy. Po założeniu headsetu, nawet jeśli z danej perspektywy obiekt fizyczny i cyfrowy wydawały się pokrywać przestrzennie, to oddalanie się i zmienianie perspektywy zawsze doprowadzało do drobnych przesunięć pomiędzy nimi i przeskalowań burzących wrażenie idealnego dopasowania. Różnice rozsunęcia wynosiły jedynie kilka-kilkanaście centymetrów dla 4,5-metrowego samochodu, jednak okazały się wystarczające, by widzowie relacjonowali wrażenie niewielkiego „ślizgania się” bądź „przesuwania” modelu 3D. Efekt narastał wraz ze zwiększaniem się odległości widza od nakładających się obiektów i był związany z trudnością symulowania dwóch paralaks jednocześnie. Efekt jest charakterystycznym elementem doświadczeń AR, MR i XR. To problem czysto technologiczny, jednak powszechnie dostępne modele headsetów (Quest 1 oraz Quest 2, Vive Cosmos, Valve Index) generują podobne przesunięcia (można je zaobserwować już podczas ustawiania bezpiecznej przestrzeni przy uruchamianiu danego headsetu). Efekt występuje, ponieważ elementy cyfrowe 3D są łączone z transmisją wideo ze świata fizycznego, która jest spłaszczoną interpretacją rzeczywistości 3D – jej bazą jest podwójne (osobne dla każdego oka) wideo 2D zawierające deformacje spowodowane obiektywami kamerek danego headsetu. Ludzkie zmysły równowagi i wzroku są wyćwiczone w wychwytywaniu nawet najdrobniejszych przesunięć głowy i gałek ocznych. Nasze sensorium jest wyczulone na te bodźce w płaszczyźnie poziomej, jednak przy postrzeganiu przestrzeni w osi pionowej radzi sobie słabiej (Ferris, 1972). Efektem jest wrażenie niewielkiego „ślizgania się” rzeczywistości cyfrowej względem fizycznej, będące wynikiem koniecznych kompromisów technologicznych i specyficznego pojmowania przestrzeni przez ludzkie zmysły (Brigner i Deni, 1993). Efekt jest subtelny, jednak wzmacnia rozróżnienie na dwa światy zamiast jednego spójnego, metawersowego/AR-owego/XR-owego strumienia. Problem być może wkrótce zniknie na skutek rozwoju technicznego konstrukcji headsetów, jednak liczne publikacje wskazują na złożoność mechanizmów percepcji głębi: dużą niejednoznaczność w odbiorze głębokości brył 3D (Robinson et al., 1985) – szczególnie głębokich i rotujących/obracających się – oraz pojawianie się iluzji optycznych, które będą musiały być uwzględnione zarówno przy konstrukcji headsetów, jak i w samej architekturze cyfrowych

światów. Z drugiej strony badania Ferrisa (1972) wskazują na to, że własną percepcję poczucia głębokości można wyćwiczyć i poprawić – być może rzeczywistość wirtualna stanie się naturalnym poligonem doświadczalnym i treningowym.

PORUSZAJĄCE SIĘ ELEMENTY W ŚWIECIE FIZYCZNYM I CYFROWYM

Większość gier AR wymaga uruchamiania ich w bezpiecznej i statycznej fizycznej przestrzeni po to, by móc doświadczyć akcji/interakcji mającej źródło zwykle w obiektach cyfrowych (np. *Dungeon Maker*, *Figmin XR*). Instalacja MR *Makietowanie rzeczywistości* funkcjonowała w przestrzeni galerii pełnej gości. Niespodziewanie dużym problemem okazało się zasłanianie przypadkowo przechodzących w pobliżu osób przez obiekty cyfrowe (dziwne nakładanie się na przykład modelu ferrari na osobę, która stała tuż przed widzem w headsecie). Ktoś, kto w świecie fizycznym stanie tuż przed osobą (efekt dotyczy AR/MR/XR), nie zasłania naturalnie swoją sylwetką obiektów cyfrowych za nim, jeśli nie ma nałożonego (i dobrze mapującego jego/jej położenie) cyfrowego awatara. Oznacza to, że każdy człowiek i duża liczba ruchomych obiektów musi być automatycznie rozpoznawana (wraz z przydzieleniem awatara/reprezentacji cyfrowej), a ich ruch stale uaktualniany. Ewentualnie sylwetki ludzi powinny być wyodrębniane i powinny zakrywać obiekty w przestrzeni. W celu poszerzenia możliwości społecznych interakcji w AR/MR/XR w zasadzie każdy człowiek powinien mieć swój cyfrowy odpowiednik, który mógłby go reprezentować przy połączeniach łączonych, na przykład jednocześnie w biurze i z kimś pracującym zdalnie. Dodatkowo konieczność uczestniczenia w danej przestrzeni multiwersowej wraz z koniecznością połączenia się z kimś przebywającym w innej przestrzeni bez wychodzenia z tej, gdzie ktoś się aktualnie znajduje (czyli analogia do łączonych połączeń offline i online z naszej rzeczywistości przeniesiona do Metawersum), stwarza jeszcze więcej problemów. Rozwiązaniem będzie prawdopodobnie zastyganie lub znikanie modelu awatara, który chwilowo przebywa/wchodzi w interakcje w innej przestrzeni – dla czytelności i uniknięcia niezamierzonych/dziwnych/szkodliwych interakcji w przestrzeni, w której został czyjś awatar/ciało (podobnie do biologicznego mechanizmu blokowania mięśni podczas snu, kiedy nasz umysł doświadcza bodźców w innej przestrzeni niż nasze ciało).

Podobnym problemem w AR i MR jest sprawienie, by fizycznie wychodząc z pomieszczenia (w przypadku wyłączenia lub ustawienia bardzo rozległych granic całopokojowych), nie widzieć przez ściany elementów cyfrowych (zawartości cyfrowej opuszczonego miejsca) przy jednoczesnej możliwości dostrzeżenia tych elementów, które powinny być widoczne, na przykład poprzez otwarte drzwi, szybę lub okno (Casini, 2022). Obecnie większość aplikacji AR-owych/metawersowych ogranicza wyświetlanie obiektów 3D do jednego, zmapowanego i zdefiniowanego pomieszczenia. Podobnie same headsety oferują około dwumetrowe granice stacjonarne lub kilkumetrowe granice pokojowe. Próba ustawienia granicy powyżej pięciu metrów (na szerokość i wysokość) w wielu modelach nie jest możliwa (aczkolwiek istnieją metody pełnego wyłączenia granic). Bardziej złożone rozwiązania już dziś przełączają się na całkowicie nową przestrzeń cyfrową po opuszczeniu pierwszej – wyświetlają jedno pomieszczenie naraz lub wymagają resetu aplikacji po przejściu do nowego pomieszczenia (częsta metoda „windy” będącej tymczasową, ograniczoną przestrzenią, pozwalającej w niewidoczny sposób „odładować” zawartość wcześniejszego pomieszczenia i załadować nową).

Przestrzenie AR/MR zawierające więcej niż jedno pomieszczenie powinny mieć zdefiniowane granice w danych przestrzeniach tak, by nie były widziane w całości przez ściany (tworząc chaos informacyjny) po wyjściu użytkownika do pomieszczenia obok. Powinny również płynnie się przełączać. Stworzenie takiego systemu jest czasochłonne i kosztowne, jednak możliwe już dziś.

Większym wyzwaniem technologicznym będzie znalezienie sposobu na mapowanie w MR w czasie rzeczywistym poruszających się obiektów i tworzenie/nadawanie im reprezentacji cyfrowych lub sprawienie, żeby obiekty cyfrowe chowały się za obiektami w świecie fizycznym, które powinny je zasłonić na skutek zmiany położenia. Obecnie (lipiec 2023) większość funkcjonujących aplikacji z przyczyn technicznych zwyczajnie pomija to wyzwanie (wyjątkiem jest np. prototypowy *Dungeon Maker* pozwalający stworzyć we własnym pokoju tor przeszkód, wśród których znajdują się pułapki widoczne tylko z danej perspektywy lub po obejściu fizycznej przeszkody) – stawiając na dominację cyfrowego świata ulokowanego w zdefiniowanej i statycznej przestrzeni fizycznej (obecne gry i doświadczenia AR wymagające stałej, ograniczonej i zmapowanej wcześniej przestrzeni) lub redukują funkcjonowanie nakładki cyfrowej do roli interfejsu graficznego (mapy drogowe AR lub aplikacje MR, np. VRtuos do nauki gry na fortepianie).

DEFORMACJE OPTYCZNE POSTRZEGANEJ RZECZYWISTOŚCI FIZYCZNEJ

Soczewkowe deformacje obrazu z kamer w przypadku obiektów bardzo bliskich, na przykład dłoni przed headsetem lub przechodzących blisko osób, są wyraźnie widoczne (rys. 4). Efekt występuje w AR, MR i XR, szczególnie na krawędziach pola widzenia soczewek.



Rysunek 4. Soczewkowa deformacja wideo w czasie rzeczywistym.
Dokumentacja: klatka z przechwyconego obrazu trafiającego do oczu widza

Deformacje przypominają, że obraz z rzeczywistości fizycznej nie jest rejestrowany bezpośrednio przez nasze oczy, ale za pomocą obiektywów dodatkowo modyfikujących postrzeganie rzeczywistości we właściwy im sposób. Deformacje bywają groteskowe i stają się nieprzewidywanym dystraktorem (lub atrakcją). W przypadku doświadczenia instalacji *Makietowanie rzeczywistości* (MR) widzowie niespodziewanie często wykonywali przed sobą gesty dłońmi – okazało się, że bawiły ich deformacje palców i obserwowanych osób będących na obrzeżach pola widzenia (deformacje właściwe kamerkom Questa 2). Uczestnicy opisywali to doświadczenie jako przypominające gabinet luster z wesołego miasteczka. Z jednej strony daje to kojące (i prawdopodobnie naiwne) przekonanie, że zawsze będziemy w stanie odróżnić i wykryć obraz rzeczywistości wpadający do naszego oka pośrednio przez technologię. Z drugiej – tego typu deformacje utrudniają śledzenie i identyfikowanie obiektów (zarówno przez człowieka, jak i przez wyuczone algorytmy) oraz są nieprzewidywalnym dystraktorem. Coraz doskonalsze konstrukcje obiektywów headsetów najprawdopodobniej sprawiają, że efekt deformacji będzie słabł. Jednak tańsze, najbardziej popularne konstrukcje jeszcze długo będą wyginać prezentowaną oczom rzeczywistość – koszt lepszych obiektywów i soczewek znacząco podnosi cenę sprzętu, a same headsety korzystają z soczewek szerokokątnych (umożliwiających śledzenie pobliskich obiektów, na przykład dłoni, nawet pod dużymi kątami), które z natury mocniej zakrzywiają obraz. Rozwiązania AI potencjalnie niwelujące dynamicznie powstające zniekształcenia obrazu (poza prostą i pasywną korekcją soczewki obiektywu) jeszcze nie istnieją lub wymagają zbyt dużej mocy obliczeniowej, by działały na autonomicznym headsecie.

WIELOŚĆ JAKOŚCI WIZUALNYCH

Chęć stworzenia spójnej percepcji świata w konwencji AR/MR/XR wymusza znalezienie sposobów na ich wizualne uspojnienie – tak, żeby wizualnie mogły być postrzegane integralnie, podobnie jak dobrze zaprojektowany interfejs do gry, gdzie na przykład przedmioty interaktywne są w jakiś sposób wyróżnione (podświetlone/podpisane/prowadzi do nich narracja/samoistnie uruchamiają się pod wpływem interakcji/podejścia blisko). W przypadku instalacji *Makietowanie rzeczywistości* (MR) kontury obiektów w świecie rzeczywistym zostały podkreślone i podkolorowane na czerwono, spójny z odcieniem największego obiektu cyfrowego 3D, ferrari testarossy. Natomiast czarno-biała transmisja kamerek headsetu (wideo rejestrujące świat fizyczny) wymusiła nadanie modelowi 3D skanu ciała szarej barwy. Połączenie szarości i czerwieni mogło być dzięki temu postrzegane jako spójna rzeczywistość MR, a nie kolaż kilku wartości. Nawet tak prosty przykład uspojniania jakości wizualnej ukazuje, że każda warstwa rzeczywistości (modele cyfrowe, strumień wideo, interfejs) wpływa na dobór wyglądu pozostałych. Przypadkowa jakość i kolory poszczególnych komponentów instalacji skutkowały chaosem informacyjnym i uwypukleniem każdej warstwy rzeczywistości jako osobnego bytu – uspojnienie do czerwieni i szarości okazało się konieczne.

Dążenie do realizmu świata cyfrowego automatycznie powoduje, że łatwiej jest go połączyć wizualnie ze znaną nam rzeczywistością fizyczną. Jest to paradoksem, gdyż doświadczenia z aplikacji VR, filmów animowanych (od kukielkowych po hiperrealistyczne 3D) i efektów specjalnych sugerują, że próba zastosowania hiperrealizmu otwiera drogę do doliny

niesamowitości i bywa skuteczna – jak w przypadku przywołanego wcześniej doświadczenia *Rising M. Abramowicz* (2018). Ustępstwa graficzne świata cyfrowego w AR, MR i XR mogą wydawać się bardzo umowne przez fakt ciągłego zestawiania ich z bogactwem bodźców wizualnych/ruchowych świata fizycznego, co wpływa na ich wartościowanie, na przykład traktowanie świata cyfrowego jako nakładki na świat fizyczny zamiast braku podziału i traktowania ich jako spójnego strumienia metawersowych bodźców (Engberg i Bolter, 2020). Konwencja gry *low polly* może nam nie przeszkadzać dzięki jej spójności, jednak zestawiona w AR z obrazem rzeczywistości może wydawać się uboga i rażąco uproszczona – przykładem mogą być trudności z satysfakcjonującym udekorowaniem własnej przestrzeni przez aplikacje AR/MR/XR typu *Figmin XR*. Można spodziewać się powolnego procesu adaptacji interfejsów (elementów interaktywnych zarówno w świecie fizycznym, jak i cyfrowym) wraz z przyzwyczajaniem się do bardzo różnorodnej, kolażowej estetyki AR/MR/XR.

W przypadku MR i pierwszych łączących się metaświatów początkowo wyznacznikiem będzie zapewne funkcjonalność i wydajność (kosztem spójności i odrębności estetycznej), następnie odpowiednie miejsca z własnymi standardami i odrębnym stylem wizualnym, po których można spodziewać się poszerzonych stref operujących ustalonymi stylistykami i kanonami (Bostrom, 2023). Finalnie najpewniej powstanie zupełnie nowa audiowizualna forma, która zaprezentowana dziś wydawałaby się nam obca i nieczytelna. Rozważania o różnorodności cyfrowego wieloświata warto pogłębić o wnioski Madary i Metzinger (2016)³:

Wirtualna rzeczywistość to reprezentacja „możliwych światów” i „możliwych jaźni”, mająca na celu sprawienie, by wyglądały jak najbardziej realnie – najlepiej poprzez stworzenie subiektywnego poczucia „obecności” ich użytkownika. Co ciekawe, niektóre z najlepszych teorii na temat ludzkiego umysłu i świadomości opisują je w bardzo podobny sposób: jako ciągle tworzenie wewnętrznych modeli świata, przewidujące generowanie hipotez (czyli wirtualnych reprezentacji neuronowych) o ukrytych bodźcach zmysłowych generowanych w wyniku wnioskowania probabilistycznego. Filozofowie już przed wiekami próbowali odkryć, jak świadome doświadczenie staje się wirtualnym modelem świata, dynamiczną symulacją wewnętrzną. To, co jest historycznie nowe i co stwarza potencjalne zagrożenia psychologiczne, oraz zupełnie nowe wymiary etyczne i prawne, to to, że jedna symulowana rzeczywistość staje się coraz głębiej osadzona w innej symulowanej rzeczywistości – świadomy umysł istoty ludzkiej, który ewoluował w bardzo specyficznych warunkach przez miliony lat, zostaje obecnie wplątywany w systemy techniczne służące do reprezentacji kolejnych możliwych rzeczywistości.

Realizacją artystyczną, która bezpośrednio wizualizuje powyższą tezę, jest *In between nodes*, której autorami są dwaj irańscy artyści Razieh Kooshki i Vahid Qaderi. Instalacja została zaprezentowana na festiwalu Ars Electronica w 2021 roku. Widz, który założył fizyczny HTC Vive, następnie mógł odnaleźć te same gogle w wirtualnej przestrzeni. Po podniesieniu ich za pomocą kontrolerów i założeniu na głowę w wirtualnym świecie był przenoszony do kolejnej cyfrowej przestrzeni – i tak w każdej kolejnej. Artyści stworzyli w ten sposób nieograniczoną, niekończącą się podróż przez cyfrowe przestrzenie różnorodnych światów. Ich praca zadaje kilka pytań: czy wizje science fiction o zmysłach „nadpisanych” i „zawładniętych” przez

³ Przekład własny z jęz. angielskiego.

doskonałą iluzję mają szansę się ziszczyć? Czy może okaże się, że nasza świadomość będzie je traktować podobnie jak stan tworzący się w umyśle podczas oglądania filmu lub czytania książki, czyli jako czynność angażującą, mającą momenty niezwykle silnego poczucia „obecności tam”, jednak świadomie oddzielną od rzeczywistości czytelnika/widza? Janet H. Murray jest zdania, że twory VR/AR/MR/XR wydają się znajdować właśnie na takim etapie i nie różnić się zasadniczo w kwestii immersji od znanych nam „tradycyjnych” mediów (Murray, 2020).

PRZEJŚCIA I ŁĄCZNIKI POMIĘDZY ŚWIATAMI

Należy precyzyjnie wyznaczać miejsca startu/wejścia do VR/AR/MR/XR, szczególnie w aplikacjach społecznościowych – pojawienie się niespodziewanie tuż obok obcej osoby lub przypadkowego obiektu (albo co gorsza wewnątrz niego/jej) powoduje odruch zaskoczenia, strachu lub dyskomfort naruszenia przestrzeni prywatnej. W instalacji *Makietowanie rzeczywistości* widz w wyznaczonym miejscu (rys. 5) po założeniu headsetu VR pojawia się tuż obok modelu 3D ciała człowieka w skali 1 : 1 (w odległości 50–100 cm), co niekiedy zaskakiwało i potrafiło wystraszyć widza.



Rysunek 5. Fotodokumentacja przygotowanego miejsca wejścia do cyfrowej części instalacji *Makietowanie rzeczywistości*. Fot. Adam Żądło

Jeśli dana przestrzeń wirtualna MR/XR ma być zmapowana i zintegrowana topologicznie z przestrzenią fizyczną, to nie z każdego miejsca/punktu będzie można przenieść się ze świata fizycznego do cyfrowego – prawdopodobnie konieczna będzie blokada pojawiania się w miejscu zajmowanym przez drugą osobę oraz wewnątrz tekstur/w kolajderach obiektów

widocznych w świecie cyfrowym, ale nie fizycznym (Van Krevelen, 2007). Nawet w konwencjonalnych grach komputerowych 2D/3D niezbędny jest system kolizji i uniemożliwienie przenikania się większości obiektów, a gry sieciowe mają dedykowane punkty „respawnu” (miejsca, gdzie pojawiają się/odradzają się gracze). W przejściu „w drugą stronę”, czyli na przykład z MR do świata fizycznego (czyli naszego naturalnie domyślnego) podobna blokada najpewniej nie będzie potrzebna, ponieważ fizyczne obiekty z natury się nie przenikają, więc znalezienie się z powrotem w świecie fizycznym nawet w zatłoczonym tramwaju jest mniej nagłe i częściowo spodziewane (zmysły pozostawione w świecie fizycznym wciąż odbierają zapachy, dotyk, dźwięk, ruch ludzi wokół i samego pojazdu) niż niespodziewany skok do świata cyfrowego, w którym dopiero „zanurzymy” nasze zmysły (a przynajmniej jakąś ich część – wzrok, słuch, ewentualne haptyki). Dodatkowo osoby obecne tylko w świecie fizycznym (offline) będą nachodzić/przenikać nieświadomie przez potencjalne metawersowe obiekty cyfrowe (te nieodpowiadające obiektom w świecie fizycznym) – zmniejszając poczucie immersji osobom zanurzonym w cyfrowym świecie. Uwzględnienie również ludzi przebywających tylko w świecie fizycznym jest konieczne, by osoba poruszająca się w MR/AR nie zderzała się z nimi i mogła wchodzić z nimi w naturalne interakcje w świecie fizycznym. Podobne przenikanie jest problematyczne również w aspekcie dźwięku. Świat cyfrowy musi stworzyć skuteczny system ostrzegania przed kolizjami i możliwość płynnego przełączania się na różne źródła widoków i dźwięków.

KONTAKT Z INNYMI OSOBAMI W PRZESTRZENI FIZYCZNEJ

Z obserwacji widzów doświadczających instalacji MR *Makietowanie rzeczywistości* jasno wynikało, że interakcje i komunikacja człowieka w headsecie z innymi osobami w galerii były w dużym stopniu utrudnione. Często nie wiadomo było, do kogo właściwie zwraca się osoba w headsecie (zwykle patrzymy w oczy osobie, do której się zwracamy – osoba w headsecie instynktownie obracała się „mniej więcej” w kierunku rozmówcy, natomiast adresat komunikatu, nie widząc większości jej twarzy, nie był pewien, czy chodzi o niego, czy może o osobę obok). Dodatkowo osoba w headsecie mówiła często nienaturalnie głośno – w przestrzeni galerii było cicho, natomiast w instalacji początkowo występował dosyć głośny ambientowy dźwięk, słyszany głównie przez immersanta przez słuchawki. Oprócz problemów z dostosowaniem tonu głosu pojawia się wrażenie, że do rozmówcy dociera tylko część komunikatu. Same gesty osoby w instalacyjnym metawersie wydawały się postronnym obserwatorom niejasne tak długo, jak sami nie doświadczali instalacji – dopiero wtedy występ „VR-owego mima” stawał się czytelny. Obecna technologia VR/AR/MR/XR (2023) jest w stanie przenieść naszą gestykulację (niemal doskonale, o ile warunki oświetleniowe są dobre, a gesty utrzymują się w zasięgu śledzenia kamerek headsetu) i mimikę (na symbolicznym poziomie, za to zwykle dobrze zsynchronizowaną) ze świata fizycznego do cyfrowego i nałożyć je na awatara. Dobrym przykładem przeniesienia gestykulacji na uproszczonego awatara jest aplikacja Big Screen. Kontakt pomiędzy ludźmi w medium cyfrowym już teraz jest płynny, jednak przy połączeniu interakcji z ludźmi w naszej przestrzeni fizycznej (np. współpracownikami niekorzystającymi z headsetów) to paradoksalnie komunikacja właśnie z ludźmi, do których mówimy, mając założony headset, jest najbardziej zaburzona i utrudniona.

Dzieje się tak z powodu kilku czynników:

1. Podczas interakcji w AR/ME/XR headset zasłania twarz rozmówcy, trudno więc nawiązać z nim kontakt (uczucie znane nam dobrze z kontaktów międzyludzkich i zajęć zdalnych podczas pandemii, kiedy nie widzieliśmy twarzy rozmówców z powodu maseczki czy braku wizji lub rozmówcy mieli kamery ustawione w taki sposób, wydawali się nie patrzeć na swoich rozmówców). Być może rozwiązaniem będzie umieszczanie ekranów wyświetlających oczy na samych headsetach, tak jak zaproponowała to firma Apple w modelu Apple Vision Pro (2023).

2. Konieczność przenikania się dźwięku ze świata fizycznego i cyfrowego (problem występuje szczególnie w AR, MR, XR, rzadko w VR) zwykle oznacza konieczność wyboru: albo zasłonięcia uszu słuchawkami, by lepiej słyszeć rozmówców w świecie cyfrowym, albo odcięcie fonii cyfrowej, by lepiej słyszeć otoczenie fizyczne. Połączenie wymagałoby nagłośnienia całej przestrzeni fizycznej (wtedy dźwięk źródeł cyfrowych mógłby przenieść się do świata fizycznego, jednak takie udźwiękowanie naszego otoczenia poza specjalnie przygotowanymi pomieszczeniami wydaje się niewykonalnym przedsięwzięciem). Przytłumienie naturalnych dźwięków ze świata fizycznego zmniejsza poczucie kontroli, a niekiedy również bezpieczeństwa – przez emitowane w słuchawkach dźwięki cyfrowe nie słyszymy tak wyraźnie własnych kroków w świecie fizycznym, a tym bardziej innej osoby podchodzącej od tyłu lub boku, co może nas zaskoczyć/wystraszyć. Podobne niepokojące uczucie pojawia się, gdy jesteśmy zaangażowani w coś w świecie cyfrowym i nagle rozlega się alarm lub rozdzwoni telefon w świecie fizycznym, wybijając nas z immersji i zmuszając do kłopotliwego szukania urządzenia w celu wyłączenia go/próby rozmowy telefonicznej z założonym headsetem/nieplanowanej konieczności ściągnięcia headsetu. Rozwiązaniem może być zmiana przyzwyczajzeń: dźwięk nie musi być tak bardzo związany ze źródłem – to, że z kimś rozmawiamy (np. poprzez przywołaną VR-ową aplikację Big Screen) nie oznacza, że musimy być koło rozmówcy fizycznie oraz żeby móc ją/jego słyszeć, niekoniecznie powinniśmy patrzeć na twarz rozmówcy. Możemy równie dobrze poruszać się/iść koło siebie, a twarz rozmówcy mieć wyświetlaną na towarzyszącym oknie/awatarze. Tak samo prawdopodobnie będziemy mogli wybierać źródła dźwięku, dowolnie je wzmacniając lub redukując (zapewne gestem lub ruchem gałek ocznych w headsetach wyższej generacji).

3. Efekt poczucia niższego zaangażowania osoby w headsecie na skutek korzystania z technologii przypominający spotkanie, na którym jeden z uczestników/rozmówców wyciąga telefon – osoby w świecie fizycznym mogą mieć poczucie odizolowania, niższego zaangażowania, skupienia i rozproszenia ich rozmówcy w założonym i uruchomionym headsecie.

4. Poczucie wykluczenia osób korzystających tylko z komunikacji w świecie fizycznym oraz możliwe analogiczne poczucie osób połączonych cyfrowo (np. przebywających tylko w VR, ale łączących się z kimś korzystającym z MR, mającym w jego przestrzeni fizycznej współpracowników), mających ograniczoną możliwość obserwowania/słuchania rozmówców przebywających w innej fizycznej przestrzeni – już nasze współczesne problemy z prowadzeniem równoległe konferencji w przestrzeni fizycznej oraz online dobitnie wskazują na trudności z nagłośnieniem, udostępnianiem synchronicznie materiałów i prowadzeniem transmisji/dyskusji z użyciem zawodnych łącz/ headsetów/kamer/mikrofonów. Niekiedy nawet 1–2-sekundowe opóźnienie w transmisji uniemożliwia swobodną rozmowę i żywe

reagowanie na słowa rozmówcy, tworząc wrażenie (zarówno u rozmówców, jak i potencjalnych słuchaczy), że komunikacja „tworzą w twarz” jest zwyczajnie lepsza (niezawodna, niosąca większą ilość informacji i niuansów, bardziej zobowiązująca).

REAGOWANIE NA ZMIANY W OBU ŚWIATACH

W przypadku instalacji MR *Makietowanie rzeczywistości* przypadkowe przesunięcie któregokolwiek obiektu w świecie fizycznym (np. tekturowego modelu testarossy na skutek oparcia się o niego) powodowało konieczność ponownego dostrajania całej instalacji: próby przywrócenia pierwotnego położenia (konieczne były dwie osoby, pierwsza w headsecie sprawdzała złożenie, druga przemieszczała obiekt). Bezruch obiektów fizycznych (szczególnie tych mniejszych) jest zwykle tymczasowy, ich ustawienie w przestrzeni może się zmieniać, na co powinny reagować obiekty w świecie cyfrowym. Duża liczba aplikacji AR potrafi mapować dany przedmiot (np. blat lub powierzchnię pianina jak w VRtuos i na bieżąco nakładać na nią dopasowaną wirtualną nakładkę). A w drugą stronę? Czy zmiany ustawienia obiektu cyfrowego, na przykład na skutek interakcji gestem, będą mogły wpływać na położenie obiektu lub reakcje w świecie fizycznym w stopniu wystarczającym na zbudowanie poczucia sprawczości i połączenia światów? Trudno wyobrazić sobie, jak taki dwustronnie interaktywny metawers/AR/XR mógłby działać w rzeczywistości fizycznej, która nas otacza (oprócz bardzo ograniczonego, wyizolowanego i kontrolowanego środowiska, na przykład sklepu bezobsługowego i wybranych przedmiotów).

FIZJOLOGIA CIAŁA PRZEJMUJĄCA KONTROLĘ

Niespodziewane kichnięcie. Ziewnięcie. Mrugnięcie w nieodpowiednim momencie. Burczenie w brzuchu. Zaplątanie się w kabel lub dywan. Spocenie się. Nagły przeciąg. Zsuniecie się paska lub stelaża podtrzymującego headset. Niespodziewane dotknięcie czegokolwiek w świecie fizycznym (szczególnie dotyczy to właścicieli psów, kotów lub rodziców małych dzieci). Lista nieprzewidywalnych wydarzeń związanych z ciałem i otoczeniem interaktora jest właściwie nieskończenie długa (i to niezależnie od medium: VE, AR, MR lub XR), a każde z nich momentalnie zaburza immersję/obecność i przypomina o priorytecie świata, w którym funkcjonuje nasze ciało (Jenkins, 2019a, b). Niezależnie od zaawansowania urządzenia tak długo, jak nasze ciało nie będzie unieruchomione i będzie mogło reagować na bezpośrednie bodźce fizyczne, tak długo będziemy doświadczać rozpraszania się cyfrowych iluzji.

PODSUMOWANIE

Pojawienie się immersji i/lub poczucia obecności w cyfrowych światach wymaga doskonałego zgrania technologii, treści i bodźcowania – z uwagi na złożoność całego procesu jest nietrwałe i ulotne. Przyniesione problemy techniczne związane z precyzją mapowania i optyką mogą zostać rozwiązane konstrukcyjnie lub poprzez oprogramowanie w ciągu najbliższych kilku lat (sterowanie gestami, dopasowanie paralaks i percepcji głębokości, mapowanie

ruchomych obiektów, deformacje optyczne). Aspekty estetyczne wpływające na „obecność”, wynikające w dużej mierze z przyzwyczajzeń, zmian mody, ikonografii, przywyknięcia do stylistyki i ograniczeń nowego medium, wymagają czasu – opatrzenia się i spędzenia wielu godzin, by przyzwyczać do nowego środowiska własne konserwatywne zmysły (wizualne i geometryczne dopasowanie kilku warstw rzeczywistości, przełączanie się i poruszanie pomiędzy światami, komunikacja łączona). Ludzki ośrodek zmysłów osadzony w świecie fizycznym wyklucza pełną kontrolę nad immersją i obecnością w światach fizycznych (reakcje fizjologiczne, niespodziewane bodźce fizyczne). Największym wyzwaniem AR/MR/XR jest zespolenie cyfrowych i fizycznych elementów (szczególnie potencjalnie ruchomych lub zmiennych w swojej funkcji) oraz płynne przełączanie się pomiędzy tym, co cyfrowe, a tym, co fizyczne. Tworzone obecnie światy cyfrowe mają umowny charakter i wymagają od użytkownika ciągłego „aktywnego wierzenia” w prezentowaną rzeczywistość.

BIBLIOGRAFIA

- Abramowicz, M. (2018). *Rising*. Pobrano z: <https://acuteart.com/artist/marina-abramovic/> [1.08.2023].
- Bailenson, J. (2018). *Experience on Demand: What Virtual Reality Is, How It Works, and What It Can Do*. W. W. Norton & Company.
- Bostrom, N. (2003). Are you living in a computer simulation? *Philosophical Quarterly*, 53, 243–255.
- Botvinick, M., Cohen, J.D. (1998). Rubber hand ‘feels’ what eyes see. *Nature*, 391, 756, <https://doi.org/10.1038/35784>.
- Bowman, D.A., McMahan, R.P. (2007). Virtual Reality: How Much Immersion Is Enough?. *Computer*, 40, 7, 36–43, <https://doi.org/10.1109/MC.2007.257>.
- Brigner, W.L., Deni, J.R. (1993). Motion Parallax, Relative Size, and Benussi Effect. *Perceptual and Motor Skills*, 76(3_suppl), 1320–1322.
- Casini, M. (2022). Extended Reality for Smart Building Operation and Maintenance: A Review. *Energies*, 19, 8–20.
- Donghee, S. (2018). Empathy and embodied experience in virtual environment: To what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience? *Computers in Human Behavior*, 18, 64–73.
- Edwards, T. (2015). Hands-on with Valve’s amazing VR demo: The holodeck is here. *PC Games*, <http://www.pcgamesn.com/hands-on-with-valves-amazing-vr-demo-the-holodeck-is-here> [1.08.2023].
- Engberg, M., Bolter, J.D. (2020). The aesthetics of reality media. *Journal of Visual Culture*, 19, 1, 81–95.
- Ferris, S.H. (1972). Motion parallax and absolute distance. *Journal of Experimental Psychology*, 95(2), 258–263. <https://doi.org/10.1037/h0033605> [1.08.2023].
- Gibson, W. (1984). *The Neuromancer*. New York: Ace Hardcover.
- Gniady, M. (2019). *Stoń*. Pobrano z: <https://vimeo.com/322584349> [1.08.2023].
- Grau, O. (2003). *Virtual art. From illusion to immersion*. Cambridge, MA: The MIT Press.

- Heath, L. (2017). VR isn't an empathy machine. *Dangerous Tech*, 9, 68–76.
- IKEA Place, <https://www.ikea.com/au/en/customer-service/mobile-apps/say-hej-to-ikea-place-pub1f8af050> [1.08.2023].
- Jenkins, A. (2019a). The fall and rise of VR: The struggle to make virtual reality get real. Pobrano z: *Fortune*, <https://fortune.com/longform/virtual-reality-struggle-hope-vr/> [1.08.2023].
- Jenkins, A. (2019b). Virtual Reality: Fictional all the Way Down (and That's OK). *Disputatio*, 11, 55, 333–343.
- Krogulec, J. (2015). Immersja i tworzenie podmiotowości w grach. *CreatioFantastica*, 1, 48, 6–12.
- Kurzweil, R. (1999). The coming merging of mind and machine. *Scientific American*, 88, 164–169.
- Lanier, J. (1992). Virtual reality: The promise of the future. *Interactions Learning International*, 8, 275–279.
- Madary, M., Metzinger, T. (2016). Real virtuality: A code of ethical conduct, recommendations for good scientific practice and the consumers of VR-technology. *Frontiers in Robotics and AI*, 5, 53–61.
- Makransky, G., Petersen, G.B. (2021). The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): a Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality. *Educational Psychology Review*, 33, 937–958.
- Metzinger, T. (2003). *Being No One: The Self-Model Theory of Subjectivity*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Metzinger, T. (2013). *The transparent avatar in your brain*. Zaprezentowano: TEDX Barcelona 2013. <https://www.youtube.com/watch?v=5ZsDDseI5QI> [1.08.2023].
- Murray, J. (2017). How close are we to the Holodeck. *Clash of Realities*, 21, 22–31.
- Murray, J. (2020). Virtual/reality: how to tell the difference. *Journal of Visual Culture*, 19, 1, 11–27.
- Myoo, S. (2022). VR Art. *Art Inquiry. Recherches sur les arts*, 24, 73–85.
- Nilsson, N.C., Nordahl, R., Serafin, S. (2016). Immersion revisited: A review of existing definitions of immersion and their relation to different theories of presence. *Human Technology*, 12(2), 108–134.
- Ostrowicki, M. (2009). Doświadczenie telematyczne w rzeczywistości elektronicznego „realis”. Odczuwanie. *Kultura Współczesna*, 3, 61.
- Robinson, J.O., Piggins, D.J., Wilson, J.A. (1985). Shape, Height and Angular Movement in Stereokinesis. *Perception*, 14, 6, 677–683.
- Sheridan, T. (1992). Musings on telepresence and virtual presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1, 120–126.
- Skok, K. (2014). Wykorzystanie rzeczywistości wirtualnej w grach. Wnioski z badań nad iluzją gumowej ręki i obecnością. *Homo Ludens*, 1, 6, 13–30.
- Slater, M., Wilbur, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6, 6.
- Van Krevelen, R. (2007). *Augmented Reality: Technologies, Applications, and Limitations*. VU University Amsterdam.

Wrońska, M. (2013). *Dorastanie w środowisku cyfrowym – od immersji, poprzez bezkrytyczną fascynację, do kultury medialnej*. Katedra Pedagogiki Medialnej i Komunikacji Społecznej, Uniwersytet Rzeszowski, Rzeszów. Pobrano z: https://ktime.up.krakow.pl/symp2013/referaty_2013_10/wronska.pdf [1.08.2023].

OPPONENTS OF DIGITAL IMMERSION. ANALYSIS OF CURRENT TECHNOLOGICAL AND PERCEPTUAL OBSTACLES FOR VR, AR, MR, XR ON THE EXAMPLE OF THE INSTALLATION ENTITLED “MODELLING REALITY”

Nowadays digital worlds operate on a conventionality and require the user to constantly “actively believe” in the presented reality. The article presents conclusions from the creation and displaying of the MR artistic installation entitled “Reality Mock-ups”. On its basis, it presents current technical and perceptual problems resulting from attempts to combine virtual and physical reality (as VR, AR, MR, XR): functioning of digital hands, parallax adjustment, movements of objects, optical deformations, the moment of connecting and switching between realities, combined communication, physiological responses. These are factors that disrupt immersion and/or the sense of “presence”, causing the “detachment” of the digital world from the physical one. Their analysis lets to verify popular beliefs about the current and future functioning of digital worlds, reveals our level of technological advancement and indicates areas that turn out not to meet the ideas and expectations created in pop culture.

Keywords: immersion, presence, senses, digital world, virtual reality (VR), metaverse, distractors

Zgłoszenie artykułu: 9.08.2023

Recenzje: 5.10.2023

Akceptacja: 8.11.2023

Publikacja online: 30.12.2023