

Wykorzystanie rzeczywistości wirtualnej w grach. Wnioski z badań nad iluzją gumowej ręki i obecnością

KATARZYNA SKOK

Uniwersytet w Białymstoku

Abstract

Virtual reality in games. Conclusions from research into the rubber hand illusion and presence

Studies into the rubber hand illusion concentrate on the problem of multisensory integration – that is, on psychological and neurological processes which underlie the formation of sensations and conscious experience. Those studies indicate the importance of visual perception. The first observations were focused on the relation between sight and touch (the rubber hand seems to replace one's own when both are synchronically touched). The latest research has additionally emphasized the role of the first person perspective and of the sense of agency. The current article presents the evolution of the paradigm (including the sense of presence and the importance of one's own activity). The paper also analyzes possible practical solutions for future games in the light of theoretical findings stemming from studies into the paradigm of the rubber hand illusion. The importance of somatosensory modality (too often ignored in the process of game design) and of a higher level of interactivity is emphasized. Additionally, implementation of tools enabling detection and virtual expression of mental states is proposed.

KEYWORDS: games, virtual reality, rubber hand illusion, body transfer illusion, presence, immersion

1. Wprowadzenie

Czy doświadczenie korzystania z wirtualnej rozrywki może spowodować zmianę sposobu patrzenia na rzeczywistość? Czy w czasie grania ciało awatara może być postrzegane jako własne? Czy gracz, który zanurza się w wirtualnym świecie, może przestać myśleć o swoim fizycznym ciele i tym, co je otacza? Czy może mieć poczucie przebywania „tam”?

Na powyższe pytania można by odpowiadać z punktu widzenia osoby dokonującej introspekcji własnych stanów psychicznych, jednak tego typu ocena wciąż opierałaby się tylko na subiektywnych obserwacjach. Obiektywnych i bardziej precyzyjnych wniosków dostarcza analiza funkcjonowania jednostki, u której eksperymentalnie wywoływany jest wariant iluzji gumowej ręki (Botvinick, Cohen, 1998). Zamiast „ogólnego wrażenia” metoda ta ukazuje siłę iluzji przebywania „tam” i posiadania wirtualnego ciała awatara, opierając się na wskaźnikach fizjologicznych (przewodnictwo skórne), subiektywnych ocenach osób badanych (skala siły iluzji) oraz przestrzennym przesunięciu percepcji własnego ciała.

Z metodologicznego punktu widzenia problem doświadczania posiadania ciała i możliwej zmiany jego granic ujęty jest tutaj z perspektywy integracji multisensorycznej – eksperymentalnego badania funkcjonowania mózgu i jego kontroli nad ciałem oraz przebiegu procesów neurofizjologicznych związanych z percepcją. Opisane poniżej badania w szczególności skupiają się na zjawisku dominacji wzroku nad innymi zmysłami, lub inaczej: na zastępowaniu informacji pochodzących z procesów góra-dół (Zimbardo, Johnson, McCann, 2010, s. 67–69) przez te uzyskane dzięki procesom dół-góra. Warto wskazać, że metoda eksperymentalna przewyższa inne metody badania relacji umysł-ciało ze względu na możliwość bezpośredniego manipulowania czynnikami wywołującymi stan immersji¹.

¹ Alternatywnym sposobem badania tej relacji (również w odniesieniu do gier) może być analiza fenomenologiczna wywodząca się z filozoficznych dociekań Maurice’a Merleau-Ponty’ego (Farrow, Iacovides, 2013). Przyjmując ten sposób rozumowania, można zakładać, że pewne zjawiska są niemożliwe. Przykładowo, Robert Farrow i Ioanna Iacovides (2013) argumentują, iż gracz nigdy nie odczuje bólu rannego awatara, a jedynie jego reprezentację. Zdaniem autorów pierwotne ucieleśnienie (ang. *embodiment*) ontologicznie i epistemologicznie poprzedza doświadczenia uzyskane dzięki wykorzystaniu środowiska wirtualnego, a „totalna immersja” jest fikcją. Zarzut taki można odepierać, podkreślając, że immersja wywołana dzięki zastosowaniu paradygmatu gumowej ręki wytwarza iluzję, której siła jest ograniczona głównie możliwościami technologicznymi. Jak zostanie wskazane w dalszej części tego artykułu, sposób interpretowania przez mózg bodźców pochodzących z różnych kanałów sensorycznych prowadzi do doznawania iluzorycznych wrażeń (np. proprioceptywnych). To, czy „totalną iluzję” można określić mianem „totalnej immersji”, w kontekście gier i innych środowisk wykorzystujących rzeczywistość wirtualną wydaje się kwestią drugorzędą, związaną bardziej z dyskusją terminologiczną niż praktyczną. Oczywiście prace interdyscyplinarne uwzględniające różne rozumienia i konteksty podstawowych pojęć są możliwe, jednak w każdym wypadku powinny one uwzględniać odkrycia współczesnych badań neurofizjologicznych.

Celem artykułu jest prezentacja badań nad paradygmatem iluzji gumowej ręki – od zjawiska zastępowania prawdziwej ręki przez jej atrapę po doświadczenie posiadania ciała awatara dzięki wykorzystaniu rzeczywistości wirtualnej. W kontekście tym omówione jest również doświadczenie obecności (Ijsselsteijn, 2005) oraz rola własnej aktywności w grze. Przedstawione są też teoretyczne wnioski płynące z badań, a także praktyczne rozwiązania mające zastosowanie w grach. Wcześniejsze publikacje ujmowały zjawisko gumowej ręki wyłącznie w kontekście teoretycznym, obecna praca ma na celu chronologiczne i logiczne uporządkowanie omawianego zjawiska oraz jego interpretację w kontekście rzeczywistości wirtualnej, która jest podstawą gier wideo.

2. Paradygmat iluzji gumowej ręki

2.1. Iluzja gumowej ręki

Iluzję gumowej ręki po raz pierwszy opisali Matthew Botvinick i Jonathan Cohen (1998). Jej doświadczenie możliwe było dzięki synchronicznej stymulacji prawdziwej ręki (znajdującej się poza polem widzenia osoby badanej) oraz obserwowanej gumowej atrapy. Obie dotykano za pomocą pędzelków. Różnica pomiędzy informacjami dostarczonymi przez wzrok i dotyk, związana z różnymi lokalizacjami widzianej i dotykanej dłoni (atrapy i oryginału), spowodowała, że osoby badane zaczynały postrzegać gumową rękę jako własną². Co za tym idzie, miały one wrażenie, iż źródłem odbieranych bodźców jest pędzelek dotykający gumowej atrapy.

Istnienie i siłę iluzji potwierdzono dzięki dwóm wykorzystanym wskaźnikom: (1) subiektywnym ocenom uzyskanym na podstawie kwestionariusza (np. „Wydawało się, że czuję dotyk pędzelka w miejscu, gdzie widziałem dotykaną gumową rękę”, „Czułem, jak gdyby gumowa ręka była moją ręką”) oraz (2) tzw. przesunięciu (ang. *drift*). W przypadku drugiego ze wskaźników osoby badane proszono przed wytworzeniem iluzji i po jej zakończeniu, aby przesunęły pod powierzchnią stołu palec wskazujący prawej ręki aż do miejsca, gdzie ich zdaniem znajdował się palec wskazujący lewej ręki (spoczywającej na stole). Wyniki pokazały, że czas stymulacji pędzelkiem – a co za tym idzie, siła iluzji – wiązały się z wielkością pomyłki w ocenie lokalizacji lewej ręki. Ostateczna pozycja prawej kończyny „dryfowała” w kierunku gumowej ręki tym bardziej, im dłużej daną osobę poddawano iluzji.

² Iluzję gumowej ręki można obejrzeć na stronie: <<http://www.youtube.com/watch?v=TCQbygiG0RU>>.

Powyższe zjawisko można wyjaśnić w kategoriach różnicowania własnego ciała względem otaczających obiektów. Ścisłe korelacje pomiędzy informacjami wzrokowymi, dotykowymi i proprioceptywnymi³ powodują, że jednostka postrzega obiekt znajdujący się w przestrzeni jako przynależny do „ja”. Jeśli wchodzę po schodach, jednocześnie widzę swoje stopy dotykające stopni, czuję ich dotyk oraz zmieniającą się pozycję mojego ciała.

Odkrycie Botvinicka i Cohena (1998) stało się fundamentem kolejnych badań. Dowiodło, że obraz ciała nie jest całkowicie zakotwiczoney we wrodzonym schemacie ciała, ale może zmieniać się pod wpływem doświadczeń.

2.2. Rola procesów góra-dół

Paradygmat iluzji gumowej ręki został wykorzystany w serii eksperymentów Kathleen C. Armel i Vilayanura S. Ramachandrana (2003), które pokazały, że zaledwie kilka minut odpowiedniej stymulacji sensorycznej może zane-gować lata doświadczeń. Tym razem osoby badane doświadczały iluzji nie tylko w odniesieniu do poprawnie pod względem anatomicznym ulokowanej gumowej ręki, ale także w odniesieniu do nienaturalnie umiejscowionej (w tym wypadku: wysuniętej) gumowej atrapy dłoni. Co ciekawe, jako część własnego ciała mógł być postrzegany nawet blat stołu, na którym było wykonywane badanie (w przypadku jednoczesnego dotyku blatu i prawdziwej ręki). Siła iluzji była znacząco słabsza, gdy stymulowana własna ręka znajdowała się w polu widzenia lub gdy dotyk był asynchroniczny. Jako wskaźniki zostały wykorzystane subiektywne oceny osób badanych oraz wyniki pomiarów przewodnictwa skórniego (pod koniec eksperymentu palec gumowej ręki był „boleśnie” wyginany, co u badanego powodowało zwiększone wydzielanie potu).

Badanie to pokazało, że iluzja łączy się z percepcyjnym włączaniem zewnętrznych obiektów – atrapy ręki, części stołu – do obrazu własnego ciała, a nie wyłącznie z czystym warunkowaniem skojarzeniowym (o czym świadczą słabe efekty w przypadku nieusunięcia z pola widzenia prawdziwej ręki). Według Armel i Ramachandrana mechanizmem leżącym u podstaw tej asymilacji jest logika bayesowska – postrzeżenia pochodzące z różnych modalności zmysłowych są spajane w jedną całość, jeśli ze sobą współwystępują. W przypadku iluzji obserwowane i odczuwane wrażenia dotyku są łączone z powodu ich synchronicznego doświadczania. Zdaniem autorów mózg może zaakceptować (choć w mniejszym stopniu) nawet absurdalne korelacje: jako część

³ Propriocepcja – czucie głębokie, zmysł orientacji ułożenia części własnego ciała.

własnego ciała może być postrzegane coś, co zupełnie tego ciała nie przypomina; choćby wspomniany blat stołu.

Stanowisku Armel i Ramachandrana swoją własną interpretację iluzji gumowej ręki przeciwstawili Wijnand A. Ijsselsteijn, Yvonne A. W. de Kort i Antal Haans (2006). Oprócz standardowej wersji iluzji przeprowadzili oni badanie z wykorzystaniem rzeczywistości wirtualnej (gumowa ręka i jej stymulacja były projektowane na stół, przy którym siedziała osoba badana) oraz w wersji mieszanej (z bezpośrednią stymulacją projektowanego obrazu gumowej ręki). Gdyby uzasadnienie Armel i Ramachandrana było słuszne, iluzja miałaby podobną siłę w przypadku stymulacji niezapośredniczonej i zapośredniczonej (wykorzystującej projekcję). Wyniki pokazały jednak, że zastosowanie mediatora rzeczywistości wirtualnej znacząco iluzję osłabia, co podważa twierdzenie, iż same korelacje statystyczne wystarczą, by iluzja wystąpiła. Ijsselsteijn i współpracownicy wskazali na istotną rolę procesów góra-dół, które określają, jakie obiekty mogą być włączone w granice własnego ciała – obiekty anatomicznie zgodne oraz przypominające własną rękę wytwarzają silniejszą iluzję. Obserwacja ta została później potwierdzona przez inne badania (Tsakiris, Carpenter, James, Fotopoulou, 2010; Holle, McLatchie, Maurer, Ward, 2011; Cadieux, Whitworth, Shore, David, 2011; Petkova, Ehrsson, 2008).

2.3. Iluzja wymiany ciała

Czy można w granice własnego ciała włączyć coś więcej niż tylko gumową rękę? W pomysłowym badaniu Valeria Petkova i Henrik H. Ehrsson (2008) wykorzystali naturalnej wielkości manekina oraz dwie kamery umieszczone w taki sposób, że rejestrowały obraz z perspektywy jego oczu. Obraz ten był prezentowany na wyświetlaczu HMD⁴ znajdującym się na skierowanej w dół głowie uczestnika eksperymentu. Kiedy jednocześnie stymulowano brzuch manekina i osoby badanej, ta ostatnia widziała ten dotyk nie na własnym ciele, ale na ciele manekina. Iluzja wymiany ciała była tak silna, że ludzie mieli poczucie bycia w ciele innej osoby nawet wtedy, gdy stali naprzeciwko własnego ciała i ściskali jego dłoń (w wersji eksperymentu, w której ciało manekina zostało zastąpione przez ciało eksperymentatora). Co ciekawe, nie miały tu znaczenia różnice w płci i kształcie ciała. Iluzja była natomiast wyraźnie

⁴ HMD (ang. *head mounted display*; pol. „wyświetlacz umocowany na głowie”) – urządzenie umożliwiające wyświetlanie oddzielnych obrazów dla każdego oka (jednostka postrzega obraz w trzech wymiarach).

słabsza, gdy zamiast manekina wykorzystano sześcienny przedmiot nieprzyminający człowieka.

W kolejnym eksperymencie z udziałem Ehrssona (van der Hoort, Guterstam, Ehrsson, 2011) sprawdzano, jak sposób postrzegania własnego ciała wpływa na percepcję otaczającej rzeczywistości. Tym razem ciała badanych zostały zastąpione manekinami różnej wielkości – od rozmiaru lalki (30–80 centymetrów) po rozmiar olbrzyma (400 centymetrów). Wyniki pokazały, że osoby, u których eksperyment wytworzył iluzję posiadania małego ciała, postrzegały otaczające obiekty jako większe i bardziej oddalone. U osób, które pod wpływem badania postrzegały swoje ciało jako duże, efekt był odwrotny.

2.4. Iluzja wymiany ciała w rzeczywistości wirtualnej

Na tym etapie badań iluzję wymiany ciała od iluzji posiadania ciała wirtualnego dzielił już tylko jeden mały krok. Wykonali go w swoim badaniu Mel Slater, Bernhard Spanlang, Maria V. Sanchez-Vives i Olaf Blanke (2010). Zamiast fizycznie istniejącego ciała manekina wykorzystano w tym wypadku wyłącznie rzeczywistość wirtualną. Osoba badana obserwowała na szerokim kątem wyświetlaczu HMD (rejestrującym również ruchy głowy) wygenerowane komputerowo wirtualne pomieszczenie. Testowane były trzy czynniki mogące mieć wpływ na postrzeganie ciała znajdującej się w pokoju wirtualnej dziewczyny jako własnego: (1) perspektywa pierwszej lub trzeciej osoby (badany mógł widzieć otoczenie z perspektywy oczu wirtualnej postaci lub z góry), (2) ruch (ruchy głowy wirtualnej postaci mogły być zsynchronizowane z ruchami głowy badanego lub nie), (3) dotyk (badany mógł czuć się dotykany w tym samym czasie i w ten sam sposób, co wirtualna postać, ale dotyk ten mógł też być asynchroniczny). Okazało się, że największą wagę dla wytworzenia iluzji posiadania wirtualnego ciała miało zastosowanie perspektywy pierwszej osoby, w mniejszym stopniu zaś synchroniczny dotyk. Natomiast synchronizacja ruchów głowy nie była istotna. O ile obserwacje związane z dotykiem stanowiły potwierdzenie efektów omówionych we wcześniejszej części tego artykułu, o tyle rola pierwszej perspektywy stanowiła zupełną nowość. Dodatkowo, podobnie jak w eksperymentach Petkovej i Ehrssona (2008), płęć oraz związane z nią atrybuty anatomiczne nie miały większego znaczenia.

Omówione powyżej badanie nasuwało jednak pewną wątpliwość: czy faktycznie aktywność osoby badanej (jej ruchy głowy) nie odgrywa żadnej roli? W kontekście gier komputerowych – czy sterowanie awatarem, wpływanie na

jego zachowanie (sposób przemieszczania się lub motorykę) nie jest istotne? Dodatkowe światło rzuciła na ten problem praca Andreasa Kalckerta i H. Henrika Ehrssona (2012), wprowadzająca rozróżnienie pomiędzy poczuciem własności (ang. *ownership*) a poczuciem sprawstwa (ang. *agency*)⁵. W eksperymencie wykorzystano nowy wariant iluzji gumowej ręki – uczestnicy badania kontrolowali ruchy obserwowanego na ekranie palca wskazującego wirtualnej ręki, poruszając własnym palcem wskazującym. Testowana zaś była waga (1) synchronizacji ruchu, (2) tego, czy był on aktywny, czy pasywny, oraz (3) jego zgodności z pozycją anatomiczną. Brak synchronizacji eliminował zarówno poczucie własności ręki, jak i poczucie sprawstwa. Pasywne ruchy (gdy palec osoby badanej poruszany był przez specjalny mechanizm) niwelowaly poczucie sprawstwa, ale nie wpływały na poczucie własności. Natomiast niezgodność anatomiczna (kiedy ręka na ekranie była obrócona o 180°) obniżała poczucie własności, ale nie eliminowała poczucia sprawstwa. Dodatkowo poczucie sprawstwa było silniejsze wtedy, gdy rękę postrzegano jako część własnego ciała.

Wyniki te wskazują na fakt, że poczucie własności i poczucie sprawstwa to odrębne zjawiska, u których podstaw leżą oddzielne procesy poznawcze. Opisane rezultaty wyjaśniają też, dlaczego w badaniu Slatera i współpracowników (2010) brak koordynacji ruchowej nie miał znaczenia dla doświadczenia ciała wirtualnego awataru jako własnego. Z punktu widzenia gier rozróżnienie własności i sprawstwa ma ogromne znaczenie, gdyż gracz nie przygląda się biernie awatarowi swojej postaci, ale aktywnie manipuluje jego zachowaniem.

2.5. Czynniki osłabiające i intensyfikujące siłę iluzji

Warto jeszcze zwrócić uwagę na pewne poboczne (z punktu widzenia celu tego artykułu) obserwacje. Przykładowo, Sotaro Shimada, Kensuke Fukuda i Kazuo Hiraki (2009) zademonstrowali, że opóźnienie rzędu 300 ms we wzrokowej percepcji doświadczanego dotyku powoduje znaczące obniżenie siły iluzji. Fakt ten jest dobrze znany graczom, których bólażkę stanowi

⁵ Poczucie własności można zdefiniować jako doświadczanie ciała jako własnego, natomiast poczucie sprawstwa – jako doświadczenie „autorstwa” ruchów tego ciała (Kalckert, Ehrsson, 2012). Pierwsze można ująć w kontraście do obiektów zewnętrznych w stosunku do ciała (np. butów), drugie – w kontraście do ruchów, nad którymi jednostka nie ma kontroli (np. drgawek w czasie napadu padaczkowego). Warto dodać, że podobne rozróżnienie pojawia się także w pracach opartych na innych założeniach metodologicznych. Na doświadczanie gry składają się ucieleśnienie jako stan istnienia (ang. *embodiment as a state of being*) oraz ucieleśnienie jako akt (ang. *embodying as an act*) (Farrow, Iacovides, 2013).

opóźniona reakcja sterowanej postaci. O ile *lag*⁶ na poziomie 100 czy 200 ms będzie „zaledwie” niekomfortowy, o tyle *lag* na poziomie powyżej 300 ms może w ogóle uniemożliwić granie – gracz może przestać odczuwać kontrolę nad awatarem.

Jako kolejne ważne spostrzeżenie warto przytoczyć wyniki badania, w którym osobom poddanym iluzji gumowej ręki podano deksamfetaminę (Albrecht i in., 2011). Deksamfetamina jest relatywnie bezpiecznym i skutecznym środkiem, selektywnie wpływającym na wydzielanie dopaminy, noradrenaliny i w mniejszym stopniu serotoniny. Celem badania było sprawdzenie, czy podwyższony poziom dopaminy (biorącej udział w procesach percepcyjno-motorycznych) spowoduje zwiększenie siły iluzji. Wyniki potwierdziły ten wpływ – osoby poddane działaniu deksamfetaminy miały silniejsze doznania posiadania gumowej ręki. W kontekście gier obserwacja ta może mieć także dodatkowe znaczenie. Podwyższony poziom dopaminy wiąże się z zapowiedzią nagrody (Berridge, Robinson, 1998), a podczas grania w gry video dopamina wydzielana jest w sposób naturalny (Koeppe i in., 1998). Eksperymentalnie dowiedziono też fizjologicznego podobieństwa działania narkotyku typu *ecstasy* do wpływu gry (Weinstein, Malkiel, 2010). Można zatem postawić hipotezę, że iluzja posiadania ciała awatara będzie większa u gracza, który kojarzy grę z różnego rodzaju gratyfikacjami, niż u osoby niezaangażowanej w grę.

Jeszcze jedna warta wspomnienia obserwacja dotyczy związku pomiędzy siłą iluzji a schizofrenią (Thakkar, Heathman, Nichols, McIntosh, Park, 2011). Schizofrenicy mogą doznawać zaburzeń w postrzeganiu „ja”, a zmienione poczucie „ja” może stanowić jeden z ważnych symptomów schizofrenii. Autorzy przytoczonej tu pracy wnioskujeją, że osoby z tym zaburzeniem mają bardziej elastyczną reprezentację ciała i osłabione poczucie „ja”⁷.

3. Doświadczenie obecności w grze

Czy można mieć poczucie przebywania w świecie gry? Czy jest możliwe, że – analogicznie do iluzji posiadania ciała awatara – to, co awatara otacza, będzie postrzegane jako przestrzeń otaczająca również osobę samego gracza? Czy

⁶ Termin stosowany w żargonie graczy na określenie opóźnienia w reakcji gry na działania podejmowane przez gracza (przykładowo: *lag* 200 ms może oznaczać oddanie przez awatara strzału 200 ms po wydaniu przez gracza komendy tego strzału).

⁷ Otwarte pozostaje pytanie, czy schizofrenicy doznają silniejszej immersji w wirtualnym świecie gry niż osoby zdrowe (a także – czy odsetek schizofreników jest większy wśród graczy niż w całej populacji).

tak silna immersja jest możliwa? Pozytywnej odpowiedzi na powyższe pytania udzielają badania dotyczące zjawiska obecności (ang. *presence*). Obecność można zdefiniować jako doświadczenie przebywania w określonym miejscu (obecność fizyczna) lub towarzyszenia określonej osobie lub osobom (obecność społeczna) wytwarzane za pośrednictwem urządzeń technicznych (Ijsselstein, Riva, 2003).

Doświadczenie obecności może być błędnie utożsamiane ze zjawiskiem immersji. Oba terminy wskazują na doświadczenie zanurzenia, jednak immersja wydaje się pojęciem szerszym. Obecność wiąże się z percepcyjną iluzją braku zapośredniczenia (ang. *perceptual illusion of nonmediation*) (Lombard, Ditton, 1997), immersję można natomiast określić jako doświadczenie silnego pochłonięcia przez aktywność lub środowisko. Tę subtelną różnicę znaczeniową dobrze obrazuje klasyfikacja typów immersji opisana przez Ernesta Adamsa (2004): można mówić o immersji taktycznej, strategicznej lub narracyjnej. Na przykład mistrz szachowy lub osoba analizująca plan ruchu drogowego w *Sim City* będą doświadczały immersji strategicznej, ale nie obecności. Alternatywna definicja immersji wskazuje na kontekst technologiczny – immersyjne mogą być narzędzia umożliwiające doświadczenie obecności, np. wyświetlacze HMD (Ijsselsteijn, Riva, 2003; Gorini, Capideville, De Leo, Mantovani, Riva, 2011), a obecność jest konsekwencją wykorzystania takiej technologii. Ze względu na niejednoznaczną definicję immersji w artykule tym przyjęto pojęcie obecności jako to, które precyzyjniej ukazuje siłę iluzji gumowej ręki właśnie w kontekście gier.

Zdaniem Thomasa B. Sheridana (1992) na doświadczenie obecności składają się trzy czynniki: (1) ilość dostarczanych informacji zmysłowych, (2) poziom kontroli nad mechanizmami pośredniczącymi, czyli właściwa korelacja pomiędzy zachowaniami użytkownika a tym, jak są one odzwierciedlane w rzeczywistości wirtualnej, (3) zdolność modyfikowania środowiska wirtualnego (wchodzenia w interakcje, które powodują zmiany w otoczeniu wirtualnym). Powyższe trzy czynniki można zredukować do dwóch (Steuer, 1992): plastyczności (odpowiednik pierwszego komponentu) oraz interaktywności (odpowiednik dwóch pozostałych komponentów). Badania pokazują, że pierwszy czynnik w obu wypadkach ma mniejsze znaczenie (Ijsselsteijn, 2005). Efekt ten wyjaśnić można różnicą pomiędzy realizmem wizualnym a realizmem doświadczanym (ang. *experiential*; de Kort, Ijsselsteijn, 2006). Dobrze to obrazuje przykład filmów – wysoki poziom realizmu wizualnego nie przekłada się na głębokie doświadczenie obecności. Z kolei realistycznie ubogie otoczenie, które wystąpiło we wspomnianym wyżej eksperymencie Mela Slater'a i współpracowników (2010), nie przeszkodziło w doświadczeniu iluzji. Warto ten fakt podkreślić, gdyż wskazuje on na to, że tworzenie coraz bardziej plastycznych

i wiernych rzeczywistości obrazów w grze wcale nie musi przekładać się na coraz silniejszą obecność w środowisku wirtualnym⁸. Natomiast zwiększenie poziomu interaktywności, z jakim mamy do czynienia w przypadku gier opartych na kontroli ruchowej (np. kontroler *Kinect* dla konsoli *XBOX*), nie tylko intensyfikuje doświadczenie obecności przestrzennej, lecz także podwyższa poziom zabawowości (ang. *enjoyment*) i realizmu (Shafer, Carbonara, Popova, 2011).

4. Rola własnej aktywności

Istotną rolę interaktywności gry można wyjaśnić w kategoriach sensomotorycznej aktywności organizmu, która stanowi podstawę kreowania obrazu świata (O'Regan, Noe, 2001; Gibson, 1979). Brak własnej aktywności (mimo posiadania pełnego obrazu otaczającej rzeczywistości i zachodzących w nim zmian) może spowodować nieumiejętność funkcjonowania w środowisku.

Warto tu przytoczyć przykład eksperymentu, w którym manipulowano możliwością eksploracji otoczenia (Held, 1965). Osoby badane umieszczano na obrotowym krześle w urządzeniu przypominającym wielki bęben. W pierwszej części tego eksperymentu zadanie osoby badanej polegało na przyjęciu pozycji na wprost do losowo wybranej przez eksperymentatora szczeliny w ścianie bębna (poprzez obrócenie się na krześle o określony kąt). W części drugiej wszystkie osoby badane miały założone pryzmatyczne okulary. Połowa grupy dokonywała eksploracji samodzielnie, natomiast druga była przewożona na specjalnym wózku (bez możliwości decydowania o tym, co znajduje się przed jej oczami). Trzecia część eksperymentu polegała na ponownym przyjęciu pozycji na wprost szczeliny w ścianie bębna bez korzystania ze zniekształcających okularów. Wyniki badania pokazały, że jednostki, którym umożliwiono samodzielną eksplorację, dokonywały największych pomyłek w ocenie położenia szczeliny, co wskazuje, że najsilniej adaptowały się do zmodyfikowanego przez pryzmat środowiska.

Efekt ukazany w powyższym eksperymencie wydaje się intuicyjnie oczywisty – własne doświadczenia (próby i błędy) składają się na to, jak postrzegana jest rzeczywistość. Turysta szybciej nauczy się rozpoznawać teren w nowym mieście, mając możliwość samodzielnej eksploracji tego miasta (w porównaniu

⁸ Nie oznacza to, że realizm obrazu jest nieistotny. Korzystanie z gier zawierających obrazy w wysokiej rozdzielczości (w porównaniu z tymi samymi grami wykorzystującymi obrazy o niskiej rozdzielczości) powoduje silniejszą immersję (Bracken, Skalski, 2009).

do pasywnego przemieszczania się za przewodnikiem). Podobnie jest w przypadku gier – możliwość interakcji z obiektami umieszczonymi w grze zwiększa nie tylko poczucie kontroli, ale także poziom realizmu otoczenia (w życiu możemy oddziaływać na wszystko, co nas otacza), a co za tym idzie: intensywność obecności.

5. Doświadczenie przepływu i emocje

Przy omawianiu doświadczenia obecności często pomija się czynnik zabawowości. Z jednej strony siła poczucia obecności przestrzennej jest znaczącym predyktorem zabawowości (Shafer, Carbonara, Popova, 2011), a filmy 3D prezentowane w bardziej immersyjny sposób (widz otoczony obrazem) wywołują silniejsze emocje od filmów 3D pokazywanych w sposób standardowy (Visch, Tan, Molenaar, 2010). Z drugiej zaś strony negatywne emocje, które towarzyszą doświadczeniu wirtualnemu, mogą poczucie obecności intensyfikować (Bouchard, St-Jacques, Robillard, Renaud, 2008).

Interesującym tropem myślowym mogłoby być zbadanie w tym kontekście roli przepływu (Csikszentmihalyi, 2005)⁹, który można określić jako specyficzny rodzaj immersji (z naciskiem na zanurzenie w czynności, a nie środowisku). Nieliczne badania na ten temat koncentrują się na różnicach pomiędzy trybami gry PvE i PvP¹⁰ i wskazują, że gracze rywalizujący z innymi graczami doświadczają silniejszego poczucia obecności, przepływu i zabawowości, przy czym siła obecności wpływa na siłę przepływu, a ta – na siłę zabawowości (Weibel, Wissmath, Habegger, Steiner, Groner, 2008). Warto w tym miejscu postawić hipotezę mówiącą o tym, że dodatkowym czynnikiem leżącym u podstaw wyżej wymienionych stanów są emocje¹¹, które towarzyszą obecności innych osób i rywalizacji z nimi. W powyższych kategoriach można również interpretować wspomniane wcześniej badania na temat roli neuroprzekazników w intensyfikowaniu iluzji gumowej ręki (Albrecht i in., 2011) i większej podatności na schizofreników na tę iluzję (Thakkar i in., 2011).

⁹ Przepływ (ang. *flow*), inaczej doświadczenie optymalne – stan zanurzenia w danej czynności, wiążący się z utratą samoświadomości i poczucia czasu. Czynnikiem umożliwiającym osiągnięcie tak silnego zaangażowania są: optymalny poziom trudności zadania (zadania postrzegane jako wyzwania), jasno określone cele, adekwatne informacje zwrotne.

¹⁰ PvE (ang. *Player versus Environment*, „gracz przeciwko otoczeniu”) i PvP (ang. *Player versus Player*, „gracz przeciwko graczowi”) – terminy używane w wieloosobowych grach online, oznaczające tryby rozgrywki, w których postać kontrolowana przez gracza walczy z postaciami sterowanymi w grze przez komputer lub postaciami (awatarami) innych graczy.

¹¹ Emocje są w tym wypadku związane z wyższym poziomem pobudzenia, który może być rozumiany w kategoriach efektu facylitacji społecznej (Zajonc, 1965).

6. Praktyczne rozwiązania w przyszłych grach

W jakim kierunku będą podążać przyszłe gry? Coraz większa moc obliczeniowa komputerów będzie umożliwiała coraz bardziej realistyczne odwzorowanie świata rzeczywistego (dzięki jakości detali i animacji), a zarazem przynosiła coraz więcej sposobów manipulowania nim. Tabela 1 przedstawia możliwe kierunki rozwoju.

Tabela 1. Prognozowany kierunek rozwoju przyszłych gier

Kierunek przyszłych zmian	Uwagi	Obecne gry	Przyszłe gry
zwiększenie korelacji między zachowaniami gracza a obrazem na ekranie (dźwiękiem w głośnikach)	drugi czynnik w teorii Sharidana (1992), koordynacja dotyku i wrażeń wzrokowych w iluzji gumowej ręki	myszka, klawiatura, joystick, kierownica itp. (detekcja ruchu i siły nacisku kończyny), kontroler ruchu (detektor ruchu)	ograniczenie <i>lagu</i> ¹² (szybsze serwery gry i transmisja) precyzyjniejsze detektory ruchu nowe detektory (mimiki ¹³ , przewodnictwa skórniego), lepsze algorytmy umożliwiające rozgrywkę wieloosobową
odbieranie przez gracza bodźców odczuwanych przez jego awatara oraz reagowanie na nie	iluzja gumowej ręki (doświadczenie posiadania wirtualnego ciała; wykorzystanie bodźców zmysłowych w celu wywołania poczucia obecności)	kierownica (szarpanie i drgania kierownicy), wrażenia będące skutkiem współodczuwania z awatarem (np. przed uderzeniem w przeszkodę), dźwięk stereo	kontrolery (np. myszki, rękawice wywierające nacisk) dostarczające bodźców dotykowych i termicznych (analogicznie do kierownic), urządzenia umożliwiające odczuwanie zapachów
możliwość modyfikacji środowiska wirtualnego	trzeci czynnik w teorii Sharidana (1992)	wpływ na zaprogramowane zmiany w środowisku (zabicie przeciwnika, zburzenie ściany), odzwierciedlone w wirtualnej „materii” (zaprogramowane) zniszczenia obiektów, ślady po kulach, ślady stóp itp.	pełne odzwierciedlenie świata rzeczywistego (analogiczna lub alternatywna do świata rzeczywistego fizyka i interaktywność obiektów – obejmuje możliwość interakcji nieuwzględnionych przez projektanta, np. niezwiązane z celem gry ugryzienie jabłka)
interakcja pomiędzy stanem emocjonalnym gracza a stanem emocjonalnym awatara	biofeedback	gracz „empatyzuje” z awatarem	awatar odzwierciedla stan emocjonalny gracza ¹⁴

¹² W grach typu MMORPG może dojść do paradoksalnej sytuacji, gdy mają miejsce zdarzenia, które z punktu widzenia graczy nie powinny zaistnieć w tym samym czasie. Oto przykład z gry *World*

Jednym z kierunków rozwoju prawdopodobnie będzie zwiększanie poczucia kontroli nad grą poprzez poprawienie korelacji pomiędzy zachowaniami gracza a sposobem ich odzwierciedlenia w rzeczywistości wirtualnej [drugi czynnik w teorii Sheridana (1992)]. Może to wiązać się nie tylko z zastosowaniem precyzyjniejszych urządzeń i algorytmów rejestrujących ruch, ale też z wprowadzeniem interaktywnych obiektów, z którymi gracz będzie wchodził w fizyczny kontakt.

Obecne kierownice używane w grach samochodowych mogą być namiastką tego, co przyniesie przyszłość. O ile dobra kierownica już teraz w miarę wiernie odwzorowuje zachowanie samochodu¹⁵ i powierzchnię, po której ten jedzie (np. drgania czy uderzenia przy gwałtownych manewrach, wjeżdżaniu na krawężnik itp.), o tyle trudno sobie wyobrazić realistyczną symulację wrażenia chodzenia boso po trawie czy piasku. Warto pamiętać, że urządzenia wytwarzające tego typu doznania nie musiałyby wiązać się z koniecznością pełnego odwzorowania całej sytuacji. Inaczej mówiąc, gracz wcale nie musiałby chodzić, by czuć dotyk ciepłego piasku pod swoimi stopami. Tak jak kierownica wytwarza drgania (wrażenia dotykowe i proprioceptywne), tak rękawice nowej generacji mogłyby zarówno rejestrować ruchy palców, jak też symulować wrażenia dotykowe (np. dotyk spacerującego po dłoni pająka). Użyteczność takiej potencjalnej nowinki technologicznej bezpośrednio uzasadniają badania nad iluzją gumowej ręki. Jak pokazała pierwsza część

of *Warcraft*: gracz dostrzega przeciwnika odwróconego plecami i oddalonego o kilka metrów od jego awatara, atakuje go z dystansu i po chwili – ku swojemu zaskoczeniu – orientuje się, że sam został zaatakowany, a przeciwnik jest tuż obok, w miejscu, w którym w tak krótkim czasie nie powinien był się znaleźć. W świecie rzeczywistym nie byłoby to możliwe: zanim przeciwnik zdążyłby podejść, by wykonać (z bliska) atak, utraciłby kontrolę nad działaniem (np. zostałby oślepiony). W świecie wirtualnym realizacja poleceń gracza nie jest jednak ograniczona czasowo jedynie *lagiem* myszki i komputera (przeciwnik nie miałby wtedy czasu na reakcję), ale także opóźnieniem transmisji danych przez internet i kompensacją *lagu* przez serwer gry. Doprowadza to czasami do takich paradoksalnych sytuacji, kiedy każdemu graczowi wydaje się, że stoi za plecami swego przeciwnika. „Obraz świata” różnych graczy nie jest taki sam, dwa komputery mogą pokazywać inną pozycję tego samego awatara. O ile *lagu* związanego z przekazem danych nie da się całkowicie wyeliminować, o tyle sprawniejsze algorytmy umożliwiające rozgrywkę wieloosobową spowodowałyby, że wirtualny świat byłby bardziej logiczny, uporządkowany i przewidywalny – pozwalający na precyzyjniejszą kontrolę.

¹³ Detekcję mimiki u graczy opisuje artykuł: Ravaja, Turpeinen, Saari, Puttonen, Keltikangas-Järvinen, 2008. Wykorzystane narzędzie opierają się jednak na rejestracji napięcia mięśni twarzy, co w przypadku próby zastosowania tej metody na szerszą komercyjną skalę mogłoby spotkać się z negatywną reakcją graczy ze względu na niekomfortową procedurę (umocowane na twarzy elektrody). Alternatywnym rozwiązaniem byłaby optyczna analiza mimiki lub – w minimalistycznym wymiarze – analiza poziomu rozszerzenia źrenicy.

¹⁴ W rozgrywce jednoosobowej tego typu ingerencja może spowodować zmiany w środowisku, w rozgrywce wieloosobowej zaś – dostarczyć informacji, które zostaną np. wykorzystane w celu uzyskania przewagi nad przeciwnikiem. Emocje mogą być odzwierciedlane bezpośrednio (np. pocenie się awatara) lub za pośrednictwem wskaźników liczbowych czy obrazowych (np. poziom stresu, poziom ekscytacji).

¹⁵ Jakość odwzorowania zależy również w dużym stopniu od rodzaju gry i danych, które przekazywane są do układu kierownicy.

tę artykułu, siła iluzji w dużym stopniu zależy od synchronizacji stymulacji obserwowanego obiektu i doświadczanego dotyku. To nie sama realistyczność gumowej ręki wytwarza złudzenie jej posiadania; sprawia to dopiero odczuwanie bodźców, które na nią oddziałują.

Warto też podkreślić, że ludzie posiadają zdolność abstrahowania określonych cech otoczenia oraz zdolność działania na ich podstawie nawet wtedy, gdy z obecną sytuacją danej osoby mają one niewiele wspólnego¹⁶. Przykładowo, symulacja ciężko otwierających się drzwi mogłaby polegać na tym, że myszka (kontroler) w rękę gracza działałaby w tym czasie nieco oporniej (zarówno przez większy opór przycisków, jak i szybkość przesuwania całego urządzenia). Gdyby awatar brnął po kolana w śniegu, myszka działałaby inaczej niż w przypadku jazdy awatara po lodzie.

Inny kierunek rozwoju gier mógłby wiązać się z poprawieniem zdolności modyfikowania środowiska wirtualnego [trzeci czynnik w teorii Sheridana (1992)]. W tym wypadku realistyczna symulacja rzeczywistości oznaczałaby, że znacznie więcej niż do tej pory działań gracza powodowałyby realne zmiany w otoczeniu. Dobre przykłady tego kierunku to możliwość wchodzenia w proste interakcje z większością obiektów w grze *Crysis* (pozostawianie śladów użycia broni, uszkodzenia obiektów) lub pozostawianie śladów na śniegu w *World of Warcraft*. Być może w przyszłych grach gracz będzie w stanie skonstruować nowy przedmiot, posiłkując się dowolnymi częściami już istniejących¹⁷, lub choćby zaobserwować układanie się kamyków pod stopą awatara. Oczywiście wymagałoby to zaimplementowania znacznie ulepszanego silnika gry – takiego, który o wiele realistyczniej oddawałby właściwości fizyczne obiektów¹⁸. Inaczej mówiąc, gra przyszłości umożliwiałaby wszelkie¹⁹

¹⁶ W celu wyjaśnienia warto przytoczyć dwa eksperymenty. W pierwszym z nich (Bargh, Chen, Burrows. 1996) osoby badane (większość w wieku od 18 do 22 lat) miały za zadanie układać zdania z przedstawionego im zestawu słów. W pierwszej grupie badanych połowa wyrazów wiązała się bezpośrednio ze starością (np. Floryda, zmarszczki, siwy), w drugiej wykorzystano neutralne określenia (np. osobisty, czysty). Po przeprowadzeniu badania osoby z pierwszej grupy wychodziły z laboratorium znacząco wolniej niż osoby z drugiej (tzw. efekt Florydy). W innej serii eksperymentów (Sanna, Chang, Miceli, Lundberg, 2011) osoby, które wcześniej wjechały na górę po ruchomych schodach (w porównaniu z tymi, które z nich zjechały), częściej przeznaczały pieniądze na cele charytatywne, a osoby, które oglądały film przedstawiający obraz z kamery umieszczonej wyżej (w porównaniu do obrazu z kamery umieszczonej niżej), były bardziej skłonne do współpracy.

¹⁷ Ten sposób jest już faktycznie zaimplementowany, ale na niewielką skalę – choćby w „grze” *Second Life*. Gracz może tam konstruować obiekty z elementów stanowiących składowe innych rzeczy, ale nie dysponuje taką swobodą działania jaka charakterystyczna jest dla rzeczywistości – np. nie da się zbić okna i wykorzystać kawałków szkła, jeżeli okno w grze od początku było pomyślane i skonstruowane jako nierozdzielna całość.

¹⁸ W grze *Crysis* (i innych) już teraz dość dobrze odwzorowana jest „fizyka” wody. Warunkiem pełnego realizmu byłoby dobre odwzorowanie wszystkich obiektów.

¹⁹ Wszelkie możliwe – z punktu widzenia „fizyki” rzeczywistego świata. Świat wirtualny mógłby być jednakże osadzony w „nierzeczywistych” realiach fizycznych i wtedy interakcje byłyby

interakcje z otoczeniem, a nie tylko takie, które byłyby przewidziane przez programistów.

Trzeci potencjalny kierunek rozwoju to wykorzystanie bodźców pochodzących z nieobecnych do tej pory w grach modalności zmysłowych. W tym kontekście wspomina się najczęściej o wrażeniach zapachowych (Turley, 2009; Cohen, 2011). Co prawda brak jest badań na temat paradygmatu gumowej ręki w odniesieniu do modalności węchowej (odczuwanie zapachu i obserwowanie jego odczuwania przez awatara), ale ponieważ schemat wytwarzania iluzji byłby w tym wypadku podobny, można wnioskować, iż także efekt (siła iluzji) byłby analogiczny. Dodatkowo, można by również wykorzystać bodźce termiczne (oznaki odczuwania zimna przez awatara wiązałyby się z „zimnymi bodźcami” dostarczonymi graczowi).

Warto także zwrócić uwagę na możliwość odwzorowania przez awatara stanów psychicznych gracza (dzięki precyzyjnej detekcji mimiki czy reakcji skórno-galwanicznej). Obserwacja własnych i cudzych emocji (np. strachu czy ekscytacji) mogłaby dodatkowo zintensyfikować odczuwanie obecności w wirtualnym świecie, co z kolei prowadziłoby do doświadczania silniejszego przepływu oraz większej zabawowości. Dodatkowo w grach opartych w dużym stopniu na interakcjach społecznych (jak symulacje typu *Sims*) użyteczne mogłyby być swego rodzaju wykrywacze kłamstw, które – poza zwiększaniem poziomu przepływu – czyniłyby środowisko gry obszarem bardziej osobistym (na podobieństwo portali społecznościowych) i zaspokajającym potrzebę ekstymności²⁰.

7. Podsumowanie

Czy badania nad iluzją gumowej ręki mogą zmienić przyszłe gry? Z jednej strony wydaje się, że projektanci – motywowani potrzebą dostarczenia użytkownikom zabawy – intuicyjnie, niezależnie od naukowych odkryć, wybrali kierunek, w którym immersja i przepływ stanowią istotne aspekty gry. Z drugiej jednak strony iluzja gumowej ręki dostarcza rzetelnych dowodów na to, że „totalna immersja” (rozumiana jako „totalna iluzja”) nie musi być tylko fantastyczną wizją, oraz podkreśla znaczenie multisensoryczności

odpowiednio zmodyfikowane. Jako przykład można w tym miejscu podać zmienioną w stosunku do rzeczywistej dynamikę awatarów w *Quake 2* (awatary mogą poruszać się znacznie dynamiczniej niż ludzie w świecie realnym).

²⁰ Termin „ekstymność” wywodzi się z pojęcia „intymność” i pierwotnie był rozumiany w filozoficznym kontekście teorii Jacques’a Lacana. W ujęciu psychologicznym oznacza obecność Innego w miejscu, które pierwotnie było intymne (Aloni, 2006). Przykładem ekstymności jest dzielenie się z użytkownikami portali społecznościowych osobistymi i intymnymi szczegółami swojego życia.

i interaktywności. Przebieg procesów integracji multisensorycznej wyjaśnia, jak ważne jest wykorzystanie w grach różnych modalności zmysłowych²¹ (wrażenia dotykowe są prawie całkowicie pomijane przy konstrukcji gier; wyjątek stanowią kierownice i joysticki). Nawet prosta myszka umożliwiająca dotykowy *feedback* dostarczałaby zaskakująco dużo bodźców współtworzących iluzję „bycia tam”.

W kontekście tematu omawianego w tym artykule może pojawić się także bardziej zasadnicze pytanie: dlaczego obecność i immersja są tak istotne w grach? Na odpowiedź wskazują wyniki badań nad zabawowością. Obecność i immersja w świecie wirtualnym są przyjemne, niekiedy także użyteczne (np. wirtualna, zgamifikowana terapia fobii). Pacjent poddany terapii wirtualnej może zanurzyć się w świecie pełnym zagrożeń bez poczucia, że coś mu w rzeczywistości grozi. Gracz może doświadczać stanów, których nie mógłby doświadczyć w swoim otoczeniu (bycia pod ostrzałem na wojnie, poruszania się z dużą prędkością, grzęźnięcia w bagnach dżungli, dotyku osoby znajdującej się na innym kontynencie, sprawnego ciała w przypadku osób niepełnosprawnych).

LITERATURA

- Adams, E. (9 lipca 2004). *Postmodernism and the Three Types of Immersion*. Online: <http://designersnotebook.com/Columns/063_Postmodernism/063_postmodernism.htm>. Data dostępu: 1 sierpnia 2014.
- Albrecht, M. A., Martin-Iverson, M. T., Price, G., Lee, J., Iyyalol, R., Waters, F. (2011). Dexamphetamine effects on separate constructs in the rubber hand illusion test. *Psychopharmacology*, 217(1), 39–50.
- Aloni, G. (2006). Extimacy in the “Miller’s Tale”. *Chaucer Review*, 41(2), s. 163–184.
- Armel, K. C., Ramachandran, V. S. (2003). Projecting sensations to external objects: Evidence from skin conductance response. *Proceedings of the Royal Society, Biological Sciences*, 270(1523), 1499–1506.
- Bargh, J. A., Chen, M., Burrows, L. (1996). Automaticity of social behavior: direct effects of trait construct and stereotype activation on action. *Journal of Personality and Social Psychology*, 71(2), 230–244.
- Berridge, K. C., Robinson, T. E. (1998). What is the role of dopamine in reward: Hedonic impact, reward learning, or incentive salience? *Brain Research Reviews*, 28(3), 309–369.

²¹ Zaskakujący efekt zaobserwowali Skalski i Whitbred (2010). Wyniki ich badań pokazały, że na zabawowość i pewne wymiary obecności większy wpływ ma wyższa jakość dźwięku (dźwięk Dolby 5.1 surround *vs* Dolby stereo) niż wyższa jakość obrazu (wysoka *vs* standardowa rozdzielczość).

- Botvinick, M., Cohen, J. (1998). Rubber hands 'feel' touch that eyes see. *Nature*, 391(6669), 756.
- Bouchard, S., St-Jacques, J., Robillard, G., Renaud, P. (2008). Anxiety Increases the Feeling of Presence in Virtual Reality. *Presence*, 17(4), 376–391.
- Bracken, C. C., Skalski, P. (2009). Telepresence and video games: the impact of image quality. *Psychology Journal*, 7(1), 101–112.
- Cadioux, M. L., Whitworth, K., Shore, D. I. (2011). Rubber hands do not cross the midline. *Neuroscience Letters*, 504(3), 191–194.
- Cohen, A. M. (2011). The Smell of Future Video. *Futurist*, 45(6), 7–8.
- Csikszentmihalyi, M. (2005). *Przepływ. Psychologia optymalnego doświadczenia* (tłum. M. Wajda-Kacmajor). Taszów: Biblioteka Moderatora.
- Farrow, R., Iacovides, I. (2013). Gaming and the limits of digital embodiment. *Philosophy & Technology*, 27(2), 221–233.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Gorini, A., Capideville, C. S., De Leo, G., Mantovani, F., Riva, G. (2011). The role of immersion and narrative in mediated presence: The virtual hospital experience. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 14(3), 99–105.
- Held, R. (1965). Plasticity in sensory-motor systems. *Scientific American*, 213(5), 84–94.
- Holle, H., McLatchie, N., Maurer, S., Ward, J. (2011). Proprioceptive drift without illusions of ownership for rotated hands in the “rubber hand illusion” paradigm. *Cognitive Neuroscience*, 2(3–4), 171–178.
- Hoort van der, B., Guterstam, A., Ehrsson, H. H. (2011). Being Barbie: the size of one's own body determines the perceived size of the world. *PLoS One*, 6(5), e20195.
- Ijsselstein, W. A. (2005). Towards a neuropsychological basis of presence. *Annual Review of Cyber-Therapy and Telemedicine: A Decade of VR*, 3, 25–30.
- Ijsselstein, W. A., de Kort, Y. A. W., Antal, H. (2006). Is this my hand I see before me? The rubber hand illusion in reality, virtual reality, and mixed reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 15(4), 455–464.
- Ijsselstein, W. A., Riva, G. (2003). *Being there: The experience of presence in mediated environments*. Online: <http://www.neurovr.org/emerging/book4/4_01RIVA.PDF>. Data dostępu: 28 grudnia 2013.
- Kalckert, A., Ehrsson, H. H. (2012). *Moving a rubber hand that feels like your own: a dissociation of ownership and agency*. Online: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3303087/>>. Data dostępu: 28 grudnia 2013.
- Kort de, Y. A. W., Ijsselstein, W. A. (2006). Reality check: The role of realism in stress reduction using media technology. *CyberPsychology and Behavior*, 9(2), 230–233.
- Koepp, M. J., Gunn, R. N., Lawrence, A. D., Cunningham, V. J., Dagher, A., Jones, T., Brooks, D. J., Bench, C. J., Grasby, P. M. (1998). Evidence for striatal dopamine release during a video game. *Nature*, 393(6682), 266–268.
- Lombard, M., Ditton, T. (1997). *At the heart of it all: the concept of presence*. Online: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1083-6101.1997.tb00072.x/full>>. Data dostępu: 1 sierpnia 2014.

- O'Regan, J. K., Noe, A. A. (2001). Sensorimotor account of vision and visual consciousness. *Behavioral And Brain Sciences*, 24(5), 939–1031.
- Petkova, V. I., Ehrsson, H. H. (2008). If I were you: Perceptual illusion of body swapping. *PLoS ONE*, 3(12), e3832.
- Ravaja, N., Turpeinen, M., Saari, T., Puttonen, S., Keltikangas-Järvinen, L. (2008). The psychophysiology of James Bond: Phasic emotional responses to violent video game events. *Emotion*, 8(1), 114–120.
- Sanna, L., Chang, E., Miceli, P. M., Lundberg, K. (2011). Rising up to higher virtues: Experiencing elevated physical height uplifts prosocial actions. *Journal of Experimental Social Psychology*, 47(2), 472–476.
- Shafer, D. M., Carbonara, C. P., Popova, L. (2011). Spatial presence and perceived reality as predictors of motion-based video game enjoyment. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 20(6), 591–619.
- Sheridan, T. B. (1992). Musings on telepresence and virtual presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1(1), 120–126.
- Shimada, S., Fukuda, K., Hiraki, K. (2009). Rubber hand illusion under delayed visual feedback. *PLoS One*, 4(7), e6185.
- Skalski, P., Whitbred, R. (2010). Image versus sound: a comparison of formal feature effects on presence and video game enjoyment. *PsychNology Journal*, 8(1), 67–84.
- Slater, M., Spanlang, B., Sanchez-Vives, M. V., Blanke, O. (2010). First person experience of body transfer in virtual reality. *PLoS One*, 5(5), e10564.
- Steuer, J. (1992). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73–93.
- Thakkar, K. N., Nichols, H. S., McIntosh, L. G., Park, S. (2011). Disturbances in body ownership in schizophrenia: evidence from the rubber hand illusion and case study of a spontaneous out-of-body experience. *PLoS One*, 6(10), e27089.
- Tsakiris, M., Carpenter, L., James, D., Fotopoulou, A. (2010). Hands only illusion: multisensory integration elicits sense of ownership for body parts but not for non-corporeal objects. *Experimental Brain Research*, 204(3), 343–352.
- Turley, A. (2009). Virtual reality begins to smell. *Chemistry & Industry*, 6, 8–8.
- Weibel, D., Wissmath, B., Habegger, S., Steiner, Y., Groner, R. (2008). Playing online games against computer- vs. human-controlled opponents: Effects on presence, flow, and enjoyment. *Computers in Human Behavior*, 24(5), 2274–2291.
- Weinstein, A. M. (2010). Computer and video game addiction – A comparison between game users and non-game users. *The American Journal of Drug and Alcohol Abuse*, 36(5), s. 268–276.
- Visch, V. T., Tan, E. S., Molenaar, D. (2010). The emotional and cognitive effect of immersion in film viewing. *Cognition and Emotion*, 24(8), 1439–1445.
- Zajonc, R. B. (1965). Social facilitation. *Science*, 149(3681), 269–274.
- Zimbardo, P. G., Johnson, R. L., McCann, V. (2010). *Psychologia. Kluczowe koncepcje*. T. 3 (tłum. M. Guzowska-Dąbrowska, E. Czerniawska, A. Gruszka). Warszawa: PWN.

dr Katarzyna Skok, psycholog, filozof, adiunkt w Zakładzie Psychologii Ogólnej i Klinicznej, Wydział Pedagogiki i Psychologii, Uniwersytet w Białymstoku, Białystok, kskok488@gmail.com

Wykorzystanie rzeczywistości wirtualnej w grach. Wnioski z badań nad iluzją gumowej ręki i obecnością

Abstrakt

Badania nad iluzją gumowej ręki skupiają się na problemie integracji multisensorycznej – psychologicznych i neurologicznych procesach leżących u podstaw kształtowania się postrzeżeń i świadomego doświadczenia. Wskazują na dominację percepcji wzrokowej. Pierwsze obserwacje koncentrowały się na relacji pomiędzy widzeniem i dotykiem (gumowa ręka wydaje się zastępować własną, gdy obie są synchronicznie dotykane). Najnowsze badania z kolei podkreśliły dodatkowo rolę perspektywy pierwszej osoby i doświadczenia sprawstwa (ang. agency). W artykule omówiona jest ewolucja paradygmatu (w tym zjawisko obecności (ang. presence) i rola własnej aktywności). W świetle teoretycznych wniosków płynących z badań na paradygmatem iluzji gumowej ręki analizowane są także praktyczne rozwiązania mogące mieć zastosowanie w przyszłych grach. Podkreślane jest znaczenie modalności dotykowej (w zbyt dużym stopniu ignorowanej przy projektowaniu gier) oraz wyższego poziomu interaktywności. Dodatkowo proponowane jest zaimplementowanie narzędzi umożliwiających detekcję i wirtualną ekspresję stanów psychicznych.

SŁOWA KLUCZOWE: gry, rzeczywistość wirtualna, iluzja gumowej ręki, iluzja wymiany ciała, obecność, immersja

