

Wspomaganie leczenia fobii za pomocą zanurzenia w rzeczywistość wirtualną

Prototyp systemu

Michał Żołnowski, Jacek Lebieź
Katedra Inteligentnych Systemów Interaktywnych
Wydział ETI, Politechnika Gdańska
Gdańsk, Polska
mic.zolnowski@gmail.com, jacekl@eti.pg.gda.pl

Streszczenie—Referat prezentuje system wspomagający leczenie fobii metodą wygaszania reakcji na bodźce poprzez zanurzenie osiągnięte z wykorzystaniem urządzeń rzeczywistości wirtualnej, takich jak oddawana właśnie do użytku w powstającym przy Wydziale ETI Politechniki Gdańskiej Laboratorium Zanurzonej Wizualizacji Przestrzennej (LZWP) jaskinia wirtualna (CAVE) wzbogacona o sferyczny symulator chodu.

Słowa kluczowe—leczenie fobii; rzeczywistość wirtualna; CAVE

I. WSTĘP

Zastosowania rzeczywistości wirtualnej (ang. *virtual reality*) są bardzo szerokie. Najbardziej oczywiste okazują się dziś możliwości użycia jej do uatrakcyjnienia gier komputerowych czy innego rodzaju rozrywki (np. filmów, koncertów, wystaw). W tym kontekście równie oczywiste wydaje się wykorzystanie tej technologii w różnie rozumianej edukacji, która właśnie przez rozrywkę jest przecież najbardziej skuteczną (muzea i ekspozycje wirtualne, turystyka wirtualna, szkolenia obsługi skomplikowanych urządzeń technicznych, тренаżery jazdy i lotu, poligony i inspekcje wirtualne), a przy okazji względnie tania i bezpieczna [1, 2].

Nauki medyczne korzystają skrzętnie z oferowanych tu ułatwień w przyswajaniu wiedzy, czego przykładem są różne symulatory chirurgiczne i fantomy szkoleniowe [3, 4, 5]. W przypadku medycznym rzeczywistość wirtualna dostarcza również innych zastosowań. Nieulegająca znużeniu aparatura kontroluje parametry monotonnych ćwiczeń, przy okazji je uatrakcyjnia i w konsekwencji gwarantuje skuteczną rehabilitację. Z kolei rzeczywistość rozszerzona (ang. *augmented reality*) łącząc rzeczywistość wirtualną z rzeczywistością dostarcza chirurgowi dodatkowych narzędzi, wzbogacając obraz pola operacyjnego o dodatkowe informacje [3, 4, 5].

W przypadku schorzeń psychicznych rzeczywistość wirtualna dostarcza jednak zupełnie nowych mechanizmów. Dzięki możliwości zanurzenia pacjenta (psycholodzy nazywają go ewentualnie klientem) w dowolnie wykreowany świat komputerowy otrzymujemy zupełnie nową moc, którą można wykorzystać podczas leczenia zaburzeń lękowych w postaci fobii oraz zaburzeń obsesyjno-kompulsywnych. Taką terapię nazwać można ekspozycją na rzeczywistość wirtualną [6, 7, 8].

Psycholodzy w terapiach stosują trzy metody leczenia fobii:

- metoda zanurzania (implozywna) kwestionuje realność niebezpieczeństwa i trwale obniża poziom strachu [9];
- metoda modelowania sprowadza się do obserwacji przez pacjenta osoby wolnej od fobii (modela) podczas czynności, której pacjent nie jest w stanie się podjąć;
- metoda systematycznej desensytyzacji polega na przezwyciężaniu lęku poprzez stopniową ekspozycję na obiekt, który je wywołuje [10].

Ta ostatnia z metod może właśnie wykorzystać ekspozycję na rzeczywistość wirtualną polegającą na ukazywaniu pacjentowi w sposób kontrolowany w celu jego odwrażliwienia różnych scen wirtualnych zawierających czynnik fobiotwórczy. Systematyczna desensytyzacja prowadzi do zwiększenia skuteczności leczenia różnego rodzaju fobii, włącznie z syndromem stresu pourazowego (PTSD) [11, 12].

Rzeczywistość wirtualna może być także wykorzystywana do leczenia innych schorzeń psychicznych. Okazuje się na przykład [13], że omamy głosowe ulegają zmniejszeniu po przypisaniu słyszanych przez chorego słów wygenerowanym postaciom wirtualnym i rozmowie z taką postacią. Pacjenta wystarczy zatem przekonać, że wizualizowane postaci są autorami słyszanych przez niego słów i poprosić go o szczerą z nimi rozmowę, której wynikiem będzie ich przyszłe milczenie.

Zanurzenie w rzeczywistość wirtualną można również zaaplikować osobie zdrowej psychicznie w celu zdobycia doświadczenia niedostępnego innymi metodami. Najprostszym przykładem jest przeniesienie osoby zdrowej w świat osoby chorej, co pozwala lepiej rozumieć zachowania chorego. W tym celu firma Janssen stworzyła system Virtual Hallucination [14] umożliwiający wczucie się w osobę chorą na schizofrenię. Inne eksperymenty pozwalają odkryć ogólną wiedzę o człowieku. Jak byśmy się zachowywali, gdybyśmy mieli wzrok przenikliwy jak promienie Roentgena? Jak by było, gdybyśmy byli obdarzeni mocami Supermana? Wiele wskazuje na to, że bylibyśmy bardziej skorzy do pomocy. Co by było gdybyśmy mieli inne ciało (np. dziecka, krowy)? Czy postrzegalibyśmy wtedy świat inaczej? Okazuje się, że wcielenie się w krowę prowadzoną do rzeźni może zmienić nawyki żywieniowe [15].

II. LECZENIE FOBII

Literatura zna wiele artykułów, które donoszą o sukcesach rzeczywistości wirtualnej w leczeniu fobii. Stosowanie tej technologii posiada wiele zalet. Jest o wiele bezpieczniejsze od metod tradycyjnych, ponieważ terapeuta posiada całkowitą kontrolę nad symulacją, a więc nad obiektami lub sytuacjami, które wywołują fobię. Może kontrolować zarówno zachowanie postaci, zwierząt, przedmiotów lub sytuacji budzących fobię, jak i ich liczebność. Co więcej, pacjenci chętniej zgadzają się na takie rozwiązanie, ponieważ nie muszą stawiać czoła prawdziwym czynnikom fobiotwórczym, a nawet decydują się na terapię dlatego, że są zaciekawieni nowoczesną technologią [16]. Terapia jest tańsza, ponieważ nie potrzeba do niej żywych zwierząt, a terapeuci mogą przeprowadzać ją w jednym miejscu [17].

Pacjenci poddani takiemu leczeniu bardzo często stwierdzają, że im dłużej przebiegał eksperyment, tym coraz bardziej nie mieli problemów z obecnością czynnika fobiotwórczego (np. pajaków przy arachnofobii) w świecie wirtualnym. Po leczeniu natomiast nie przejawiali więcej objawów fobii również w świecie rzeczywistym [18, 19].

W ostatnich latach powstało centrum medyczne leczenia fobii z pomocą rzeczywistości wirtualnej o nazwie Virtual Reality Medical Center (VRMC) [20]. Posiada placówki w San Diego i Los Angeles (USA) oraz Brukseli (Belgia). Niektóre z ich produktów są dostępne do zakupu przez Internet. Są to aplikacje służące do leczenia lęku przed lataniem, zespołu stresu pourazowego oraz rozproszenia lęku. Wymagają one oczywiście posiadania odpowiedniego sprzętu, takiego jak na przykład kask wirtualny (ang. *head mounted display HMD*). W placówkach VRMC są natomiast, oprócz tych dostępnych on-line, prowadzone terapie różnych rodzajów fobii, takich jak: klaustrofobia, arachnofobia, strach przed otwartymi przestrzeniami, lęk wysokości, fobie społeczne, ADHD.

Wskaźnik terapii zakończonych w VRMC powodzeniem (tzn. wyleczeniem pacjenta) wynosi 92% [20]. Arachnofobia jest leczona tam za pomocą wirtualnej rzeczywistości prezentowanej na kasku wirtualnym oraz odtwarzanej w słuchawkach noszonych przez pacjenta. Stosuje się tam generowanie świata, który w kolejnych etapach coraz bardziej nasila fobię. Sesje są dostosowywane do pacjenta i to on decyduje kiedy przejść na kolejny etap oraz może powrócić do poprzedniego, jeśli strach okaże się zbyt silny. Daje to poczucie pełnej kontroli oraz pewności, że strach zostaje całkowicie opanowany na danym poziomie. Cała terapia składa się przeważnie z 8-12 sesji. Podstawowe scenariusze obejmują: stanie po drugiej stronie pokoju z pajakiem, stanie obok zamkniętego słoika zawierającego pajaka, trzymanie zamkniętego słoika zawierającego pajaka, trzymanie otwartego słoika zawierającego pajaka, dotknięcie pajaka [20].

Już w 1999 r. na Uniwersytecie Michigan powstał projekt Arachnophobia Therapy Through Virtual Reality, w ramach którego, pod nadzorem psychiatry, stworzono aplikację służącą leczeniu arachnofobii za pomocą rzeczywistości wirtualnej wykreowanej w jaskini wirtualnej (ang. *cave automatic virtual environment CAVE*). Autorzy skupili się na czterech czynnikach, dzięki którym aplikacja mogła być stosowana jako narzędzie terapeutyczne [21].

Po pierwsze – wirtualny świat powinien być podzielony na pomieszczenie, w którym pacjent będzie mógł się zanurzyć w wirtualne środowisko bez oddziaływania czynników powodujących fobię (zwykły pokój) oraz pomieszczenie wywołujące fobię (piwnicę). W pierwszym przypadku został zamodelowany pokój gościnny w domu wraz z meblami, tworzący przyjazną atmosferę. Drugi natomiast ma wywoływać strach w pacjencie. Piwnica jest dość ciemna, zwłaszcza na rogach, znajdują się w niej pajęczyny, stare, zakurzone pudła i schody. Samo przebywanie w pomieszczeniu powinno wzbudzić uczucie strachu przed pajakami.

Po drugie – pacjent powinien mieć kontrolę. Podczas przebywania w jaskini wirtualnej pacjent może chodzić po całym wirtualnym pomieszczeniu. Jeśli stwierdzi, że za bardzo się boi, może wrócić do pokoju, gdzie zrelaksuje się dopóki strach nie minie.

Kolejnym, jednym z najważniejszych wymagań jest stopniowe przechodzenie po skali lęku. Zwiększając liczbę pajaków powiększony zostaje strach pacjenta. Jeśli zaczyna on panikować z powodu zbyt dużej ich liczby, może opuścić pomieszczenie, jednak nie może on usunąć już istniejących pajaków, co wynika z założeń terapii.

Ostatnim, najważniejszym wymaganiem jest pokazanie, że wszelkie obawy, które pacjent może mieć, w stosunku do tego co może się zdarzyć jeśli napotka pajaka, są bezpodstawne. Terapia ma ukazać pajaki jako nieszkodliwe zwierzęta, aplikacja nie może zatem pokazywać ich agresywnych zachowań. Nie powinny one przeszkadzać pacjentowi, ani tym bardziej próbować go ugryźć – powinny zachowywać się neutralnie i nie zwracać uwagi na użytkownika.

Aplikacja została napisana w całości w języku C++, korzystając z biblioteki OpenGL Performer, a modele wyeksportowano do formatu VRML. Za największą wadę takiego rozwiązania uznano konieczność zaprogramowania poruszania się pajaków tak, aby wyglądało to naturalnie.

Warto w tym miejscu wspomnieć o innej, równie udanej próbie leczenia arachnofobii za pomocą rzeczywistości rozszerzonej [22]. Badacze stworzyli aplikację, która umieszcza wirtualne pajaki w najbliższej okolicy. Dzięki zastosowaniu kontrolera Kinect aplikacja tworzy trójwymiarowy obraz widzianego świata i w konsekwencji wirtualne pajaki otrzymują szczegółowe informacje o rzeczywistych obiektach w otoczeniu pacjenta. Pajaki te potrafią się więc wspinać po rzeczywistych obiektach, przez co zachowują się one nad wyraz realistycznie, a także można je zasłonić np. kartką papieru lub ręką.

Większość aplikacji służących do leczenia fobii wykorzystujących wirtualną rzeczywistość powstała na urządzeniach takie jak kaski wirtualne. Są one nieporównywalnie tańsze i ogólnodostępne w przeciwieństwie do jaskiń wirtualnych. Jednak zaletą jaskiń jest większe zanurzenie w wirtualny świat. Badania pokazują, że tylko 3 osoby z 37 badanych nie doświadczyły lęku podczas sesji w jaskini wirtualnej, podczas gdy prezentowano tę samą aplikację na kasku wirtualnym i było to już 7 osób. Sam efekt terapii jednak dla obydwu urządzeń był taki sam [23].

III. PROPOZYCJA SYSTEMU WSPOMAGANIA LECZENIA FOBII

Na Wydziale Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej instalowana jest właśnie (lato 2014) w świeżo wybudowanym Laboratorium Zanurzonej Wizualizacji Przestrzennej (LZWP) jaskinia wirtualna ze sferycznym symulatorem chodu wewnątrz [24, 25, 26]. Idealnie nadaje się ona do ekspozycji na rzeczywistość wirtualną, zwłaszcza że pozwala na samodzielne i nieograniczone przemieszczanie się pacjenta terapii w świecie wirtualnym, dzięki czemu sam może kontrolować swoją odległość od czynników generujących fobię.

Dysponując tak nowatorskim rozwiązaniem jak LZWP (nie ma podobnego rozwiązania na świecie) autorzy zdecydowali się na stworzenie aplikacji wspomagającej leczenie fobii, która zakładałaby, że pacjent znajdzie się w sferycznym symulatorze ruchu umieszczonym w jaskini wirtualnej [27]. Założono przy tym wymóg uczestnictwa terapeuty podczas sesji i możliwość sterowania przez niego wirtualnym światem. Osoba leczona mogłaby natomiast swobodnie przemieszczać się po świecie wirtualnym i oglądać go z każdej strony.

Na etapie projektowym przyjęto następujące założenia odnośnie do tworzonej aplikacji:

- dwóch aktorów (dwa rodzaje użytkowników): pacjent i terapeuta, przy czym terapeuta wspomaga grafik przygotowujący modele 3D i scenę dla symulacji w zależności od scenariusza zaplanowanej terapii;
- duża łatwość udziału pacjenta w symulacji, naturalność obserwacji i swoboda przemieszczania się w świecie wirtualnym;
- pełna kontrola terapeuty nad obiektami świata wirtualnego, ich wyglądem, rozmiarem, zachowaniem; możliwość umieszczania i usuwania obiektów; ciągłe monitorowanie zachowania pacjenta.

Ze względu na oczekiwany wysoki stopień zanurzenia pacjenta (ang. *immersion*) należy zapewnić, aby aplikacja działała płynnie w każdym momencie symulacji. Oznacza to, że powinna osiągać wydajność 120 klatek na sekundę dla trybu 3D (ewentualnie 60 klatek dla trybu 2D). Złożoność obiektów i ich liczba musi być zatem odpowiednio dostosowana do możliwości używanych kart graficznych. Co więcej, obiekty powinny być wysoce konfigurowalne, należało więc zapewnić stosunkowo dużą liczbę parametrów konfiguracji (np. wybór modelu, jego domyślna skala, lista dostępnych animacji, konfiguracja ekranów, itp.).

Aplikacja została wykonana za pomocą zestawu narzędzi Vizard w wersji 4.09.0016 firmy WorldViz [28]. W większości opiera się na skryptach w języku Python, jednak interfejs został stworzony w języku HTML z wykorzystaniem języka JavaScript i biblioteki jQuery. Projekt składa się z trzech plików (*cave.py*, *main.html*, *main.js*), bibliotek i plików css oraz dodatkowych plików modeli, które użytkownik może dowolnie dodawać. Plik *cave.py* zawiera skrypt w języku Python. Użyte są w nim biblioteki programu Vizard, a także kilka innych, pomocniczych bibliotek (takich jak *random*, czy *ConfigParser*). Implementacja opiera się głównie o inicjalizację oraz metody używane przez interfejs zewnętrzny.

Na wybór narzędzia Vizard złożyło się kilka czynników:

- rozbudowane biblioteki gotowe do użycia w CAVE;
- współpraca zarówno z komputerem wyposażonym w wiele monitorów (w celu testowania aplikacji przed oddaniem CAVE do użytku), jak i w jaskini wirtualnej;
- proste wsparcie widoku stereoskopowego 3D;
- możliwość sterowania poprzez zewnętrzny interfejs HTML;
- ładowanie modeli podczas działania aplikacji;
- szeroki wachlarz możliwości sterowania z poziomu kodu obiektami w wirtualnym świecie.

IV. PRZYKŁADOWA SESJA TERAPEUTYCZNA

Możliwości aplikacji zostaną zaprezentowane na przykładowym scenariuszu terapii przygotowanym dla peristerofobii, czyli lęku przed gołębiami [27].

Zanim psycholog przejdzie do uruchomienia aplikacji, musi najpierw przeprowadzić rozmowę z pacjentem. Rozmowa ma na celu wyłonienie odpowiednich sytuacji tworzących lęk. Psycholog spisuje je wraz z zaznaczeniem na skali lęku, które sytuacje sprawiają, że pacjent boi się najbardziej. Przykładowa skala może wyglądać następująco:

- 10 – pacjent znajduje się w miejscu, gdzie gołębie najczęściej lubią przebywać (plac, park, skwer, itp.);
- 20 – pacjent widzi gołębia w oddali zajętego jakąś czynnością (np. jedzeniem);
- 35 – pacjent widzi w oddali znaczną liczbę gołębi (> 5) zajętych jakąś czynnością (np. jedzeniem);
- 50 – gołąb znajduje się w odległości poniżej 5 m;
- 70 – gołąb zmierza w kierunku pacjenta;
- 90 – gołąb podrywa się do lotu;
- 100 – gołąb jest w zasięgu dotyku pacjenta.

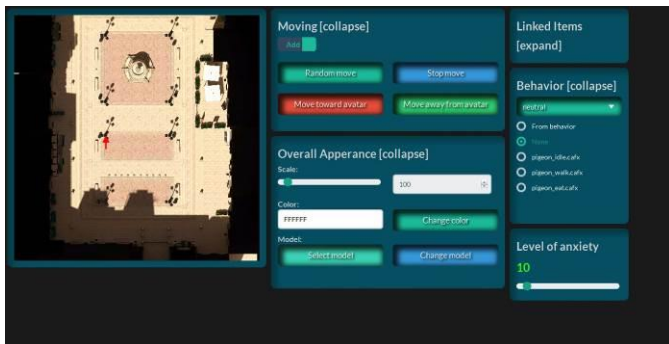
Mając taką skalę terapeuta sprawdza następnie, czy dysponuje wszystkimi niezbędnymi modelami i animacjami. Przyjmijmy, że po przejrzaniu dostępnych modeli stwierdza, iż posiada odpowiedni model skweru i właściwy model gołębia z animacjami i jedynie brakuje animacji gołębia zrywającego się do lotu (na poniższych ilustracjach modele z Internetu). Mimo tego braku terapeuta podejmuje decyzję o przeprowadzeniu sesji z pominięciem brakującej animacji jako mało istotnej. W tym celu przygotowuje odpowiedni plik konfiguracyjny do sesji. Przed sesją terapeuta uruchamia aplikację i sprawdza, czy wprowadzona konfiguracja jest prawidłowa. Aplikacja uruchamia się poprawnie, scena ładowana jest prawidłowo oraz obiekty posiadają odpowiedni model i animacje. Można zatem zaprosić pacjenta do sferycznego symulatora ruchu umieszczonego w jaskini wirtualnej. Terapeuta przez cały czas trwania sesji ma możliwość komunikacji z pacjentem, dodatkowo dysponuje podglądem na jego awatara oraz świat wirtualny (Rys. 1). Dodatkowo posiada interfejs do kontroli świata wirtualnego (Rys. 2).



Rys. 1. Podgląd terapeuty na scenę wirtualną placu z gołębiami i z awatarem pacjenta, przezroczysty sześcian symbolizuje jaskinię wirtualną CAVE.



Rys. 3. Symulacja w toku – po lewej podgląd terapeuty na scenę wirtualną z gołębiami i z awatarem pacjenta, po prawej widok pacjenta (z przodu).



Rys. 2. Interfejs terapeuty.

Ponieważ na początku pacjent znajduje się w środowisku wywołującym u niego poczucie lęku o poziomie 10 (zgodnie ze zadaną skalą), terapeuta dostosowuje odpowiednio poziom lęku na skali w interfejsie HTML. Terapeuta daje możliwość pacjentowi oswojenia się z otoczeniem i informuje go o przejściu do kolejnego etapu, tj. umieszczeniu gołębia. W zależności od aktualnego położenia pacjenta, terapeuta ustawia model gołębia w odpowiedniej odległości – niezbyt blisko, ale w zasięgu wzroku pacjenta. Następnie włącza gołębiowi animację jedzenia, dzięki czemu gołąb zachowuje się bardziej naturalnie i ustawia poziom lęku na 20.

W dalszej części symulacji terapeuta wstawia kolejne gołębie, jednak nie więcej niż 5, aby nie wywołać przejścia na kolejny etap sesji. Cały czas obserwuje zachowanie pacjenta. Kiedy pacjent zaczyna się oddalać, przekazuje mu komunikat głosowy, żeby spróbował zbliżyć się do gołębi z własnej woli. Kiedy nie przynosi to skutków, terapeuta decyduje się rozmieścić gołębie w różnych miejscach na scenie (rys. 3) i jednocześnie podnosi poziom lęku do 35.

Terapeuta obserwując, że pacjent zaczyna się oswojać z obecnością nieruchomych gołębi, postanawia wprowadzić je w ruch. Wybiera w interfejsie HTML przycisk „Random move”, dodatkowo wybierając animację „From behavior”. Dzięki temu gołębie poruszają się będą bardziej naturalnie wykonując animację jedzenia lub beczynności. Gołębie mogą w ten sposób zbliżyć się do pacjenta. Póki jednak żaden z gołębi nie jest wystarczająco blisko, terapeuta ustawia skalę lęku na 40.

Pacjent zaczyna jednak panikować, terapeuta decyduje się od razu wstrzymać ruch gołębi klikając „Stop move”. Pacjent powraca do poziomu lęku 35. Terapeuta czeka, aż pacjent ponownie oswoi się z lękiem oraz za jego zgodą przywraca ruch gołębi (ponownie naciska „Random move” i ustawia skalę lęku na 40). Po chwili jeden z gołębi zbliża się do pacjenta na mniej niż 5 m. Terapeuta ustawia suwak skali lęku na 50.

Terapeuta decyduje się ręcznie odsunąć gołębia z dala od pacjenta, wykorzystując do tego tryb poruszania. Naciska na „Add mode”, co przestawia aplikację w tryb „Move mode”, a następnie klika na miejsce z dala od pacjenta, po czym czeka aż gołąb oddali się, po czym znowu naciska „Random move”. Terapeuta po konsultacji z pacjentem decyduje się przejść do kolejnego kroku. W tym celu naciska przycisk „Move toward avatar” uruchamiający zbliżanie się gołębi do pacjenta, ustawiając na skali lęku poziom 70. Terapeuta musi od tego momentu być czujny i w razie potrzeby tak operować ruchem gołębi, aby nie zbliżyły się za bardzo do pacjenta. Może w tym celu wykorzystać przyciski „Stop move”, „Move away from avatar” oraz ręczne sterowanie gołębiami.

Gołębie podążają za pacjentem – terapeuta podejmuje decyzję o przejściu do ostatniego kroku. Pozostawia gołębie w trybie zbliżania się do pacjenta. Sesja kończy się sukcesem – pacjent zachowuje się naturalnie wobec otaczających go gołębi. Terapeuta chcąc uwieńczyć terapię rozbawia pacjenta powiększając gołębie i dodając im kapelusze (Rys. 4).



Rys. 4. Podgląd terapeuty (po lewej) i widok pacjenta (po prawej) na scenę z powiększonymi gołębiami w kapeluszech na głowach.

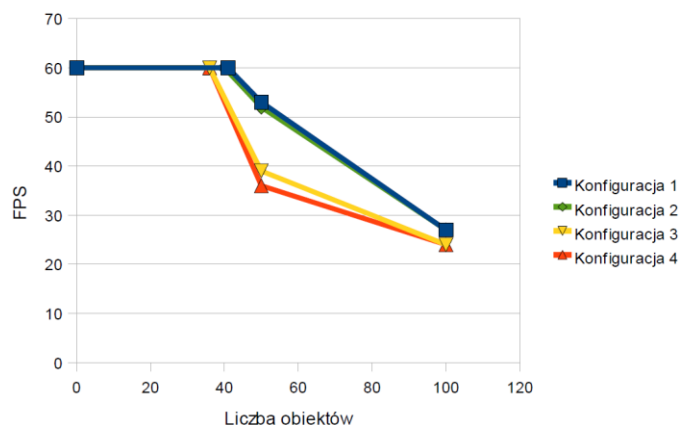
V. TESTY

Testy wydajnościowe aplikacji wykonane zostały na czterech różnych platformach sprzętowych [27]:

- konfiguracja 1 – CPU Intel Core i7-3770 3,4 GHz, RAM 16 GB, GPU nVidia GeForce GTX 480, MS Windows 7 64 bit;
- konfiguracja 2 – CPU Intel Core i7-3770 3,4 GHz, RAM 16 GB, GPU nVidia GeForce GTX 560 Ti, MS Windows 7 64 bit;
- konfiguracja 3 – CPU Intel Core i7-3770 3,4 GHz, RAM 16 GB, GPU nVidia GeForce GTX 770, MS Windows 8 64 bit;
- konfiguracja 4 – klaster 4 komputerów z konfiguracją 3.

Test obejmował uruchomienie aplikacji, ustawienie odpowiedniej liczby obiektów na scenie i sprawdzenie uzyskanej liczby klatek na sekundę (ang. *frames per second*). Maksymalna liczba klatek na sekundę została ograniczona do 60 ze względu na włączoną synchronizację pionową (V-Sync). Jej wyłączenie może doprowadzić do pojawienia się artefaktów graficznych na ekranie. Test dotyczył również wydajności aplikacji uruchomionej na zsynchronizowanych 4 komputerach stanowiących symulację jaskini wirtualnej (konfiguracja 4).

We wszystkich konfiguracjach liczba klatek na sekundę utrzymywała się na poziomie 60 dla ok. 40 obiektów na ekranie. Po przekroczeniu tej wartości liczba klatek zaczęła niestety spadać. Na wykresie (Rys. 5) przedstawiono zależność liczby klatek na sekundę od liczby obiektów na scenie.



Rys. 5. Zależność liczby klatek na sekundę od liczby obiektów na scenie; opis konfiguracji w tekście.

Testy scenariusza testowego wypadły pomyślnie. Aplikacja działała płynnie i stabilnie. Testy wydajnościowe również wypadły pomyślnie. Nawet przy 50 obiektach na scenie aplikacja działała płynnie. Najwięcej czasu we wszystkich przypadkach pochłaniały obliczenia karty graficznej, ważne jest więc, by była ona jak najbardziej wydajna. Jak wykazały testy, synchronizacja między komputerami ma niewielki wpływ na spadek wydajności. Warto jednak zwrócić uwagę, że testy były przeprowadzone jedynie z wykorzystaniem widoku 2D. Włączenie stereoskopii może zatem spowodować pewien spadek liczby klatek na sekundę.

VI. PODSUMOWANIE

Wytworzona aplikacja sprostała postawionym wymaganiom. Terapeuta może wspomóc się aplikacją w leczeniu fobii dzięki zanurzeniu pacjenta w wirtualną rzeczywistość. Ma możliwość odpowiedniego dobrania scenarii i obiektów (przy wcześniejszym zamodelowaniu przez grafika) do rodzaju fobii i odpowiedniego scenariusza w jej leczeniu. Dzięki możliwości sterowania obiektami i ich animacjami oraz dynamicznej podmiany modeli obiektów, terapeuta dysponuje narzędziem do dostosowywania poziomu lęku pacjenta. Aplikacja dobrze wypadła w trakcie testów, jednak aby w pełni móc zweryfikować poprawność jej działania należałoby uruchomić ją na docelowym środowisku, tj. w Laboratorium Zanurzonej Wizualizacji Przestrzennej, którego uruchomienie przewidziane jest na początku jesieni 2014 r.

Na koniec warto przytoczyć opinię pani dr Agnieszki Popławskiej ze Szkoły Wyższej Psychologii Społecznej, która miała okazję zapoznać się z finalną wersją stworzonej aplikacji. „Aplikacja umożliwia stopniowe zbliżanie się do bodźców lękotwórczych i umożliwia terapeutę dozowanie napięcia, które odczuwa klient. Metoda wymaga dopracowania, ale oceniam ją jako bardzo obiecującą w kontekście praktyki terapeutycznej” [29].

PODZIĘKOWANIA

Autorzy pragną podziękować dwóm paniom psycholog, które konsultowały na różnych etapach prace nad aplikacją: pani Dominice Rajskej – wówczas studentce ostatniego roku studiów magisterskich z psychologii na Wydziale Zamiejscowym Szkoły Wyższej Psychologii Społecznej w Sopocie i pani dr Agnieszce Popławskiej – adiunkt Wydziału Zamiejscowego Szkoły Wyższej Psychologii Społecznej w Sopocie.

BIBLIOGRAFIA

- [1] G. C. Burdea, P. Coiffet: *Virtual Reality Technology (Second Edition)*. Wiley-Interscience 2003.
- [2] W. R. Sherman, A. B. Craig: *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*. Morgan Kaufmann, 2003.
- [3] M. Harders: *Surgical Scene Generation for Virtual Reality-Based Training in Medicine*. Springer 2008.
- [4] R. Riener, M. Harders: *Virtual Reality in Medicine*. Springer 2012.
- [5] M. Krętowski: Wirtualna rzeczywistość i jej zastosowania w medycynie. http://aragorn.pb.bialystok.pl/~mkret/Lectures/ib_14.pdf.
- [6] S. Bouchard, S. Côté, J. St-Jacques, G. Robillard, P. Renaud: Effectiveness of virtual reality exposure in the treatment of arachnophobia using 3D games. *Technology and Health Care* 14 (1) 2006, 19-27.
- [7] A. F. Abate, M. Nappi, S. Ricciardi: AR based environment for exposure therapy to mottephobia. *Virtual and Mixed Reality, Part 1, HCII 2011, LNCS 6773*, 3-11.
- [8] Wallach H. S., Safir M. P., Bar-Zvi M.: Virtual Reality Cognitive Behavior Therapy for Public Speaking Anxiety: A Randomized Clinical Trial. *Behav Modif*, May 1, 2009; 33(3): 314 - 338.
- [9] K. Kroc: Terapia fobii. <http://portal.abczdrowie.pl/terapia-fobii>.
- [10] Medme.pl: Systematyczna desensytyzacja – czyli jak leczyć fobie? <http://www.medme.pl/zdrowie-a-z/choroby-a-z/systematyczna-desensytyzacja-czyli-jak-leczyc-fobie,830,0,1.html>.
- [11] B. O. Rothbaum, L. Hodges, R. Alarcon, D. Ready, F. Shahar, K. Graap, J. Pair, Ph. Hebert, D. Gotz, B. Wills, D. Baltzell: Virtual reality

- exposure therapy for PTSD Vietnam veterans: a case study. *Journal of Traumatic Stress*, Vol. 12, No. 2 1999, 263-271.
- [12] A. S. Rizzo, J. Pair: A virtual reality exposure therapy application for Iraq war veterans with Post Traumatic Stress Disorder: from training to toy to treatment. <http://www.apa.org/divisions/div46/Amp%20Summer%2005/RizzoArticle.pdf> .
- [13] Vaughan: Simulating Psychosis II: Virtual Unreality. <http://www.kuro5hin.org/story/2004/10/27/144618/60> .
- [14] Schizophrenia – Virtual Hallucinations. <http://vimeo.com/50215770> .
- [15] The Telegraph: The virtual reality cow aiming to turn steak lovers into vegetarians. <http://www.telegraph.co.uk/science/10232818/The-virtual-reality-cow-aiming-to-turn-steak-lovers-into-vegetarians.html> .
- [16] J. Williams: Treat arachnophobia with virtual reality therapy. <http://voices.yahoo.com/treat-arachnophobia-virtual-reality-therapy-14033.html> .
- [17] J. Strickland: How can doctors use virtual reality to treat phobias? <http://science.howstuffworks.com/life/virtual-medicine.htm> .
- [18] A. Garcia-Palacios, H. Hoffman, A. Carlin, T.A. Furness III, C. Botella: Virtual reality in the treatment of spider phobia: a controlled study. <http://123seminaronly.com/Seminar-Reports/003/53300850-Virtual-Reality-article.pdf> .
- [19] A. S. Carlin, H. G. Hoffman, S. Weghorst: Virtual reality and tactile augmentation in the treatment of spider phobia: a case report. http://www.researchgate.net/publication/11125947_Virtual_reality_in_the_treatment_of_spider_phobia_a_controlled_study .
- [20] The Virtual Reality Medical Center. <http://www.vrphobia.com> .
- [21] B. Hagemann, H. Tessmann, M. Yeaster, M. Huang: Arachnophobia therapy through virtual reality. <http://www.umich.edu/~psychvr/spider/> .
- [22] Live Leak: Augmented reality spiders to help arachnophobia – strange! http://www.liveleak.com/view?i=f1f_1334628506 .
- [23] N. C. Maatjes: The treatment of phobias using virtual reality. <http://referaat.cs.utwente.nl/conference/3/paper/7123/the-treatment-of-phobias-using-virtual-reality.pdf> .
- [24] J. Lebień, J. Łubiński, A. Mazikowski: Projekt Laboratorium Zanurzonej Wizualizacji Przestrzennej. *Technologie informacyjne (materiały konferencyjne), Zeszyty Naukowe Wydziału ETI Politechniki Gdańskiej tom 19*, Gdańsk 2010, 163-168.
- [25] J. Lebień, A. Mazikowski: Uruchomienie Laboratorium Zanurzonej Wizualizacji Przestrzennej. *Szybkobieżne Pojazdy Gąsienicowe*, vol. 34, nr 1, 2014, 41-48.
- [26] J. Lebień, A. Mazikowski: Innovative Solutions for Immersive 3D Visualization Laboratory. *22nd International Conference on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision WSCG 2014 – Communication Papers Proceedings*, Plzeň 2014, 315-319.
- [27] M. Żołądowski: *Wspomaganie leczenia fobii zanurzeniem w rzeczywistość wirtualną*. Praca dyplomowa magisterska WETI PG (opiekun J. Lebień), Gdańsk 2014.
- [28] WorldViz: Vizard virtual reality software toolkit. Build interactive virtual reality simulation. <http://www.worldviz.com/products/vizard> .
- [29] A. Popławska: Opinia w postaci przytoczonego cytatu w: J. Lebień: Ocena pracy dyplomowej magisterskiej [27]. WETI PG, Gdańsk 2014.