

Warszawa, 10 listopad 2017 r.

dr hab. inż. Robert Sitnik, prof. nzw. PW
Kierownik Zakładu Technik Rzeczywistości Wirtualnej
Instytut Mikromechaniki i Fotoniki
Wydział Mechatroniki
Politechniki Warszawskiej
ul. Boboli 8
02-525 Warszawa

RECENZJA

rozprawy doktorskiej pod tytułem

Badanie interakcji człowiek-maszyna w rzeczywistości wirtualnej w zakresie bezpieczeństwa pracy na przykładzie zdalnego sterowania manipulatorem

autorstwa mgr inż. Jarosława Władysława Jankowskiego
wykonanej pod kierunkiem promotora
dr hab. inż. Andrzeja Grabowskiego, prof. CIOP-PIB

Praca dostarczona w formie maszynopisu sygnowanego przez Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (CIOP-PIB) (2017). Recenzja zlecona przez Radę Naukową CIOP-PIB, reprezentowaną przez jej sekretarza dr hab. inż. Dariusza Plebana, (pismo z 25 października 2017 r). Praca realizowana w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie.

1. Wstęp

Podstawowym celem Autora były prace badawcze związane z budową środowisk wirtualnej rzeczywistości oraz badaniem różnych wariantów interfejsów człowiek-maszyna zarówno w sposób obiektywny jak i subiektywny. Tematyka związana z zastosowaniem technik rzeczywistości wirtualnej jest aktualnym i ważnym tematem. Zagadnienia takie jak analiza wpływu różnych wariantów urządzeń wejściowych i wyjściowych na skuteczność wykonywania zadań, krzywą uczenia oraz efektywność szkoleń specjalistycznych są aktualnym obszarem do zdobywania wiedzy i realizacji badań naukowych.

Wiedza i doświadczenie w zakresie stosowania technik rzeczywistości wirtualnej w praktycznych zagadnieniach przemysłowych/inżynierskich jest w posiadaniu niewielu zespołów w Polsce a zespół z CIOP-PIB niewątpliwie takim jest.

Aby zrealizować cel pracy Autor musiał wykonać szereg zadań wymienionych poniżej:

- zaprojektować i zbudować (na terenie CIOP-PIB) szereg stanowisk badawczych VR pozwalających na badanie wpływu wybranych parametrów interfejsu człowiek-maszyna,
- krytycznie ocenić istniejące rozwiązania interfejsów człowiek-maszyna i zaproponować własne warianty, które następnie zostały przebadane i ocenione,
- opracować i przeprowadzić szereg badań obiektywnych i subiektywnych pozwalających na potwierdzenie lub zaprzeczenie postawionych hipotez badawczych.

Na podstawie przeprowadzonych badań, analiz i eksperymentów symulacyjnych można stwierdzić, że zaproponowany interfejs człowiek-maszyna do symulacyjnych środowisk wirtualnych, w zastosowaniach szkoleniowych i treningowych, pozwala na osiągnięcie lepszych rezultatów niż stosowane dotychczas rozwiązania.

Podsumowując, zagadnienia naukowe i praktyczne (aplikacyjne) podjęte przez Autora pracy są aktualne i należą do obszaru badań rozwojowych i przemysłowych w dziedzinie inżynieria środowiska.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że tematyka pracy ma charakter naukowy, inżynierski i praktyczny co potwierdza dojrzałość warsztatu pracy Autora. Dodatkowo warto podkreślić, że metody i rozwiązania które opracował będą w przyszłości bazą dla kolejnych prac badawczych realizowanych w CIOP-PIB.

2. Charakterystyka pracy

Przedstawiona rozprawa doktorska podzielona została na siedem rozdziałów oraz spis literatury. Spis literatury obejmuje 75 pozycji włączając pozycje w których współautorem jest mgr inż. Jarosław Jankowski. Pracę poprzedzają podziękowania oraz zostały do niej dołączone streszczenia w języku polskim i angielskim. Znajduje się w niej także spis treści.

Rozdział pierwszy jest wprowadzeniem do pracy przedstawiającym specyfikę połączenia obszarów szkoleń BHP z technikami rzeczywistości wirtualnej. W kolejnej części rozdziału znajduje się dyskusja na temat dostępnych urządzeń wejściowych/wyjściowych i technik ich stosowania w funkcji interakcji człowiek-maszyna. Szczególnie interesujące w tym obszarze są metody śledzenia ruchu człowieka w środowiskach o znacznych powierzchniach, przekraczających powierzchnię użytkową typowych systemów śledzenia ruchu.

Uwagi krytyczne i dyskusyjne:

- 1) Na stronie 9 Autor przeprowadza dyskusję parametrów okularów rzeczywistości wirtualnej takich jak częstotliwość odświeżania, diagonalny kąt widzenia oraz rozdzielczość. Czy są to wszystkie parametry istotne dla komfortowego widzenia? Prosiłbym o bardziej szczegółową dyskusję w funkcji ludzkiego aparatu widzenia.

Rozdział drugi poświęcony jest sformułowaniu celu pracy, którym jest opracowanie modelu naturalnej interakcji człowieka z maszyną z wykorzystaniem technik rzeczywistości wirtualnej umożliwiającego tworzenie użytecznych aplikacji szkoleniowych w obszarze bezpieczeństwa i higieny pracy. Autor skupił się na dwóch scenariuszach; zdalnie sterowanej suwnicy oraz sterowaniem manipulatorem mobilnego robota inspekcyjno-interwencyjnego.

Dodatkowo w tym rozdziale wymienione są zadania i projekty badawcze w których autor brał udział i które składają się na wynik prezentowanej pracy doktorskiej. Na końcu rozdziału zamieszczone są publikacje w których autorem lub współautorem jest mgr inż. Jarosław Jankowski.

Uwagi krytyczne i dyskusyjne:

2) Tak sformułowany cel pracy wymagałby modelowania interakcji człowieka z maszyną czego w pracy brakuje. W pracy zamieszczone są wyniki badań z udziałem ludzi dotyczące poszczególnych interfejsów człowiek-maszyna prowadzące do wyboru najskuteczniejszych i pozwalających na jak największe „zanurzenie”. Czy Autorowi chodziło o opracowanie modeli sprzętowych systemów wirtualnej rzeczywistości pozwalających na realizację interakcji człowiek-maszyna w zastosowaniach szkoleniowych?

W rozdziale trzecim zostały przedstawione trzy hipotezy pracy. Hipotezy te dotyczą zastosowania technik wirtualnej rzeczywistości do zwiększenia efektywności pracy, zwiększenia obecności przestrzennej oraz tworzenia użytecznych form szkoleniowych.

Uwagi krytyczne i dyskusyjne:

3) W hipotezach pracy Autor chce wykazać, że naturalne interfejsy człowiek-maszyna są lepsze niż te oparte o wykorzystanie joysticków. Prosiłbym o komentarz dlaczego Autor chce się skonfrontować z joystickami a nie przykładowo z klawiaturą-myszą lub ewentualnie z rozwiązaniami haptycznymi typu PHANTOM (firmy SensAble Technologies).

Rozdział czwarty dotyczy zagadnień interakcji człowiek-maszyna w zastosowaniu sterowania manipulatorem robota mobilnego. Autor poprawnie formułuje plan badań i definiuje pytania badawcze, przygotowuje stanowisko badawcze oraz przeprowadza badania z użytkownikami. Na końcu rozdziału przedstawione wnioski są poprawne i potwierdzają umiejętność mgr inż. Jarosława Jankowskiego do prowadzenia samodzielnych prac badawczych.

Rozdział piąty poświęcony jest badaniom stanowiska wirtualnej suwnicy z zastosowaniem interfejsów wirtualnej rzeczywistości. Kluczowym elementem w tym rozdziale są badania algorytmu przekierowania kroku pozwalającego na realizację dużych środowisk w małych przestrzeniach w których możliwe jest zrealizowanie śledzenia ruchu człowieka. Także realizacja badań w tym rozdziale znamionuje dojrzałość naukową Autora.

Uwagi krytyczne i dyskusyjne:

4) Przy podsumowaniu badań na stronie 77 Autor stwierdza, że większą dokładność pozycjonowania elementów uzyskano przy wykorzystaniu interfejsu standardowego. Czy Autor rozważył scenariusz w którym ruch odbywa się z wykorzystaniem interfejsu z przekierowaniem kroku a samo pozycjonowanie z wykorzystaniem interfejsu standardowego?

5) W podrozdziale 5.6 Autor przedstawia wnioski z badań stanowiska wirtualnej suwnicy. Brakuje mi dyskusji dotyczącej innych czynników wpływających na ocenę użytkowników, szczególnie w odniesieniu do metody z przekierowaniem kroku (przykładowo: jakości systemu śledzenia, chwilowego szum wyznaczania znaczników, sposobu i jakości renderowania sceny 3D, zastosowanych okularów 3D, itp.), które mogłyby wpływać na ocenę wzajemną dwóch badanych metod.

W rozdziale szóstym przedstawiono badania aplikacji szkoleniowej wykorzystującej techniki rzeczywistości wirtualnej w zastosowaniu do szkolenia górników odnośnie zachowań i procedur postępowania w sytuacjach zagrożenia zdrowia i życia.

Rozdział siódmy podsumowuje badania przeprowadzone w trakcie realizacji pracy doktorskiej. Na szczególną uwagę zasługuje stwierdzenie, że zastosowanie naturalnych interfejsów maszyna-człowiek w środowiskach wirtualnej rzeczywistości zwiększa użyteczność szkoleń wszędzie tam gdzie w wymagana jest manipulacja rzeczywistymi przedmiotami lub orientacja operatora w przestrzeni.

3. Podsumowanie

Podsumowując, przedstawiona praca zatytułowana „*Badanie interakcji człowiek-maszyna w rzeczywistości wirtualnej w zakresie bezpieczeństwa pracy na przykładzie zdalnego sterowania manipulatorem*” jest osiągnięciem Autora, które znamionuje się oryginalnością w obszarze naukowym oraz praktycznym.

W obszarze naukowym Autor osiągnął zakładany cel co jest udokumentowane publikacjami w renomowanych międzynarodowych czasopismach naukowych, takich jak: International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, International Journal of Human-Computer Interaction i Safety Science.

W obszarze praktycznym Autor opracował wiele wariantów oprogramowania realizującego zaproponowane przez niego interfejsy człowiek-maszyna. Udowodnił i przeanalizował ich słabości i przewagi nad aktualnie stosowanymi metodami. Udowodnił także, że posiada umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w obszarze technik rzeczywistości wirtualnej.

Biorąc pod uwagę wszystkie elementy pracy stwierdzam, że przedstawiona do oceny praca spełnia wymagania stawiane przez Ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 z późn. zm.) i może być podstawą do nadania stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Środowiska oraz wnoszę jednocześnie o dopuszczenie recenzowanej rozprawy do publicznej obrony.

IEROWNIK
Zakładu Techniki
Rzeczywistości Wirtualnej PW

nzw. dr hab. inż. Robert Sitnik