RECENZJA

obejmująca ocenę osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej we
wszczętym postępowaniu habilitacyjnym dr Pawła Jarosława Pyka,
w związku z praca habilitacyjną zatytułowana:
„Analiza projektowanie i implementacja rozwiązań sprzętowych do neuorehabilitacji
kończyny górnej i kończyny dolnej z użyciem technologii rzeczywistości wirtualnej.”

Charakterystyka Ogólna

Prace konstrukcyjno-badawcze dr Pyka maja charakter interdyscyplinarny i obejmują
przede wszystkim projektowanie i konstrukcje rozwiązań pomiarowych, elektronicznych i
mechanicznych ukierunkowanych na opracowanie sprzętu medycznego oraz nowatorskich
urządzeń terapeutycznych. Były one wykonywane w przy udziale kilku grup badawczych,
których jednym z podstawowych członków był habilitant, i grup prowadzących próby
kliniczne, z którymi habilitant współpracował, na Uniwersytecie Zjednoczonym i Politechnice
Federalnej w Zurychu, gdzie habilitant był i jest zatrudniony jako wykładowca.

Celem pracy dr Pyka przedstawionej jako osiągnięcie naukowe w postępowaniu
habilitacyjnym było stworzenie rozwiązania sprzętowego, umożliwiającego rehabilitację
kończyn w oparciu o tzw. „uczenie poprzez obserwacje” i hipotetyczne zmiany plastyczne
sieci neuronowej układu ruchowego poprzez aktywacje tzw. „neuronów lustrzanych”, przy
użyciu technologii rzeczywistości wirtualnej. Osiągnięcie to zostało opatentowane i wdrożone
jako sprzęt medyczny w kilkudziesięciu klinikach, przyczyniając się do poprawy stanu
zdrowia kilkuset pacjentów. W szerszym kontekście, oprócz efektów terapeutycznych,
wyniki tego typu badań mogą stać się istotnym elementem głębszego zrozumienia
mechanizmów plastyczności układu nerwowego, a co za tym idzie, biologii i fizjologii organizmu człowieka.

**Ocena osiągnięcia naukowego**

Pracę habilitacyjną dr Pyka stanowi zbiór 10 anglojęzycznych publikacji współautorstwa habilitanta, oznaczonych symbolami P1-P10. Wszystkie te publikacje to prace oryginalne, łącznie stanowiące spójny, powiązany tematycznie cykl, przy czym praca P8 stanowi opis osiągnięcia patentowego. W pracach P4 i P6 dr Pyk jest pierwszym autorem, w pracy P8 drugim, w pozostałych pracach znajduje się pośrodku listy autorów. Publikacje uzupełnia autoreferat (w dwóch wersjach: polsko- i angielskojęzycznej), który w przystępnym wyczerpujący sposób opisuje zagadnienia kluczowe dla pracy habilitacyjnej dr Pyka, poruszane w kolejnych publikacjach, kolejne etapy rozwoju projektu i jego wdrożenia, sukcesywną weryfikację stosowalności i skuteczności proponowanych rozwiązań oraz udział habilitanta w opracowaniu prac P1-P10.

Do pracy dołączono oświadczenie współautorów dotyczące ich własnych udziałów w pracach P1-P10. Można z nich wnioskować o roli dr Pyka w zaprojektowaniu i przeprowadzeniu badań, analizie otrzymanych wyników i ich interpretacji. Habilitant określa swój wkład w opracowanie inżynierskich części publikacji, jako wynoszący 35-60%, a wkład w przygotowanie całości publikacji, jako wynoszący 10-40%. Nie ulega wątpliwości, że w przedstawionych wynikach dr Pyk posiada swój oryginalny wkład intelektualny a jego udział w praktycznej realizacji projektów wchodzących w skład pracy habilitacyjnej jest znaczący.

Tytuł pracy habilitacyjnej dr Pyka „Analiza projektowanie i implementacja rozwiązań sprzętowych do neurorehabilitacji kończyny górnej i kończyny dolnej z użyciem technologii rzeczywistości wirtualnej” dobrze odpowiada jej treści. Koncepcja tego projektu opiera się na założeniu istnienia tzw. „neuronów lustrzanych”, które są aktywowane zarówno w czasie wykonywania jak i w czasie obserwacji czynności ruchowych, imitując w ten sposób akcje innego osobnika. Neurony lustrzane zostały wykryte u naczelnych, zakłada się, iż mogą one służyć do zrozumienia czynności wykonywanych przez innych a także do nauki nowych zadań ruchowych poprzez imitacje. Aktywacja neuronów lustrzanych poprzez obserwacje
rzeczywistości wirtualnej miała potencjalnie pobudzić plastyczność sieci kontrolujących czynności ruchowe u pacjentów z naruszoną funkcją motoryczną.

Opisane we wniosku habilitacyjnym osiągnięcie polega na zaproponowaniu i zrealizowaniu szeregu rozwiązań konstrukcyjnych, pomiarowych, elektronicznych i mechanicznych służących do dostarczenie do modelu kończyn w systemie rzeczywistości wirtualnej informacji o położeniu kończyn rzeczywistych, w czasie rzeczywistym, przy uwzględnieniu złożonej specyfiki różnych pacjentów. Rozwiązania te opierały się miedzy innymi na zastosowaniu oczujnikowania obu kończyn (czujniki ciśnienia lub optyczne), rękawie cybernetycznych, butów cybernetycznych a także ich wersji kompatybilnych z funkcjonalnym obrazowaniem za pomocą rezonansu magnetycznego. Zostały one opatentowane i skomercjalizowane pod nazwą YouGrabber i YouKicker.

Podsumowując, w pracy habilitacyjnej dr Pyk zaprezentował spójny cykl prac naukowych, wykonanych przez niego wraz ze współpracownikami, które przyczyniły się do znaczącego postępu w dziedzinie inżynierii biomedycznej. Dorobek wyselekcjonowany do pracy habilitacyjnej robi wrażenie minimalistycznego. Uważam, że habilitant mógł zintegrować w nim większą liczbę swoich dokonań po doktoracie, uwzględniając np. cykl prac poświęconych konstrukcji robotów chemosensorycznych czy konstrukcji skaningowego mikroskopu akustycznego. Ogółem, osiągnięcie konstrukcyjno-badawcze dr Pyka przedstawione we wniosku oceniam jako bardzo dobre, znaczące w wymiarze światowym.

**Ocena istotnej aktywności naukowej**

Opublikowany dorobek dr Pyka opisany we wniosku habilitacyjnym obejmuje 24 publikacje znajdujące się w bazie Journal Citation Reports (JCR), w tym 10 publikacji wchodzących w skład pracy habilitacyjnej i 14 pozostałych, z których 9 opublikowano w suplementach konferencyjnych czasopisem. Artykuły dr Pyka były publikowane w większości w specjalistycznych periodykach naukowych (np. *Neurorehabilitation and Neural Repair*).

Niektróre z tych artykułów były cytowane kilkakrotnie razy przez innych badaczy. Wszystkie publikacje dr Pyka są pracami współautoryzowanymi, co jest powszechne w naukach technicznych, a zwłaszcza w inżynierii biomedycznej. Sumaryczny IF jego prac według listy JCR, zgodnie z rokiem opublikowania, wynosi 28,658, liczba cytowań wg bazy Web of
Science wynosi 223 a indeks Hirscha 7. Dr Pyk otrzymał szereg nagród, m.in. za prezentacje projektu stanowiącego osiągnięcie naukowe, ponadto realizował on grant NCCR Neuro-Neural Plasticity oraz grant europejski AMOTH, w ramach którego projektował roboty chemosensoryczne. Jest współautorem 4 udzielonych patentów międzynarodowych.

Podsumowując, oceniam istotną aktywność naukową dr Pyka jako bardzo dobrą, znaczącą w wymiarze światowym.

**Ogólna ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego**


**Ogólna ocena współpracy międzynarodowej**


**Wniosek końcowy**

Analiza wskazanego osiągnięcia naukowego oraz istotnej działalności naukowej dr Pawła Jarosława Pyka daje podstawy do stwierdzenia, iż jego badania stanowią istotny wkład w rozwój wiedzy dotyczącej możliwości przywrócenia funkcji ruchowych kończyn u pacjentów z naruszoną funkcją motoryczną. Zaprojektowany i skonstruowany przez dr Pyka
sprzęt terapeutyczny przyczynił się już do poprawy stanu zdrowia setek pacjentów. Jeśli znajdzie on zastosowanie w szeroko zakrojonych badaniach klinicznych przy jednoczesnym obrazowaniu czynności mózgu metodą rezonansu magnetycznego, do czego jest przystosowany, może przyczynić się znacząco do rozwoju wiedzy dotyczącej mechanizmów plastyczności mózgu i roli neuronów lustrzanych w procesach poznawczych.

Uważam, że przedstawiony cykl prac, pozostały dorobek naukowy i dotychczasowy przebieg działalności zawodowej habilitanta spełniają wymogi formalne Ustawy z dnia 14 marca 2013 roku i Rozporządzenia MNiSZW z dnia 22 września 2011 roku i są w pełni wystarczające do ubiegania się o tytuł doktora habilitowanego.

Dr hab. Tiaza Bem
Pracownia Modelowania i Metod Elektrofizjologicznych
Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. Macieja Nałęcz na Pan
02-109 Warszawa
Ul. Księcia Trojdena 4
Tel. 48 226599143 wewn. 413