

Prof. dr hab. Adam Czaplicki

Biała Podlaska, 18 maja 2022

Akademia Wychowania Fizycznego w Warszawie

Wydział Wychowania Fizycznego i Zdrowia

w Białej Podlaskiej

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Wioletty Biesiady

„Modelowanie warunków wielokrotnych obrotów w salcie „wildcat” w snowboardzie”

Ocena formalna

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska liczy 128 stron. Otwiera ją spis treści, po którym następuje jednostronicowy wstęp i cztery tradycyjne rozdziały: wprowadzenie, sformułowanie celu pracy, materiał i metody badawcze oraz wyniki. W końcowej części rozprawy znajduje się podsumowanie z elementami dyskusji, streszczenia w języku polskim i angielskim oraz składający się z 88 pozycji spis piśmiennictwa. Zdecydowana większość prac umieszczonych w spisie zalicza się do publikacji angielskojęzycznych. Rozprawę zamyka wykaz wykorzystanych linków internetowych (netografia), spis rysunków, spis tabel oraz aneks zawierający kserokopię artykułu, którego drugą współautorką jest Doktorantka. Do pracy dołączono dodatkowo wydrukowany na osobnej stronie wykaz oznaczeń, pominięty prawdopodobnie podczas składania ostatecznej wersji rozprawy.

W starannie zredagowanym tekście umieszczono 53 przejrzyste rysunki oraz 21 tabel. Godne uwagi i naśladowania jest również osadzenie w tekście pracy kodów QR, co umożliwiło obejrzenie zarejestrowanych skoków oraz zapoznanie się z rezultatami trójwymiarowej rekonstrukcji ruchu w systemie Vicon i wynikami symulacji komputerowych.

Praca została napisana dość dobrą polszczyzną, choć znajdują się w niej błędy interpunkcyjne, stylistyczne, jak również błędy edycyjne, wśród których liczną grupę stanowią umieszczone w polskojęzycznym tekście angielskie słowa i kopie wykresów opisanych w tym języku. Rozważając wstawianie do tekstu oryginalnych,

niezmodyfikowanych wykresów (np. rysunki 1, 2, 10, 11, 12) należy pamiętać, że niektóre z nich mogą być objęte ochroną praw autorskich.

Podsumowując, przyjęty przez Doktorantkę podział na rozdziały, sposób prezentacji problemu badawczego, opis metod, analiza wyników oraz strona graficzna odpowiadają wymogom stawianym rozprawie doktorskiej.

Ocena merytoryczna

Pierwszy rozdział został podzielony na cztery części, w których opisano snowboard i wybrane skoki snowboardowe, rolę biomechaniki w sporcie, fazową strukturę ruchu oraz niektóre aspekty modelowania. Z uznaniem należy podkreślić stosowny dobór piśmiennictwa, choć zważywszy na ogromną liczbę nowych publikacji z zakresu modelowania można było pokusić się o odwołania do aktualnych prac w tej dziedzinie. Najnowsza pozycja, którą zacytowano w rozdziale 1.4 pochodzi bowiem z 2018 roku. Do błędów edytorskich należy zaliczyć wspomniane wcześniej umieszczenie w tekście wykresów innych autorów (Rys. 1, 2, 9, 10, 11, 12) bez podania adnotacji o zgodzie na publikowanie tych wykresów oraz brak tłumaczenia na język polski tekstu w materiałach FIG (Rys. 3, 6, 7, 8).

Większość nieścisłości i błędów stylistycznych została zamieszczona w dalszej części recenzji. Jedna kwestia jednakże wymaga komentarza Autorki, bowiem na stronie 21 widnieje stwierdzenie, że model elipsoidy bezwładności został wykorzystany w badaniach Parka i wsp. (2012). W cytowanej pracy symulowany jest płaski ruch robota i nie ma w niej wzmianki o elipsoidzie bezwładności.

W drugim rozdziale Autorka podała cel pracy oraz precyzyjnie zdefiniowała etapy modelowania. Na uwagę zasługuje logiczny związek pomiędzy poszczególnymi etapami, istotny w kontekście prowadzenia wiarygodnych symulacji komputerowych.

Rozdział trzeci poświęcono metodologii wykorzystanej w badaniach laboratoryjnych. Ma on zwięzły i rzeczowy charakter. Z uznaniem należy również odnotować wykorzystanie nowoczesnych narzędzi badawczych oraz możliwości pomiarowych, jakich dostarcza obiekt w Chorzowie.

W omawianym rozdziale umieszczono charakterystyki antropometryczne badanych osób, opisano szczegółowo i pokazano na sześciu zdjęciach miejsce badań, zaprezentowano narzędzia badawcze w postaci systemu Vicon wraz z jego integralnym elementem składowym - modelem Plug-in-Gait. Następnie opisano protokół pomiarowy, a w końcowej części

rozdziału przedstawiono sposoby akwizycji danych pomiarowych i opracowanie wyników badań.

Kilka kwestii poruszonych w tej części dysertacji wymaga jednak krótkiego komentarza ze strony Doktorantki.

Proszę wyjaśnić co oznacza „*„poklatkowe” modelowanie markerów wirtualnych*”? (strona 34).

Na stronie 35 podano, że obroty w stawach przedstawiono w kątach Eulera. Która sekwencja kątów Eulera/Cardana została wykorzystana w obliczeniach? Na zarejestrowanych filmach widać, że bezpośrednio przed lądowaniem ramiona badanych tworzą kąt prosty z tułowiem w płaszczyźnie czołowej, co może wskazywać na położenia osoblive.

Z treści przypisu stronie 53 wynika, że absolutny układ odniesienia (xyz) zakotwiczone na progu rampy. Z kolei na stronie 39 współrzędne absolutne oznaczono (X_i, Y_i, Z_i) , lokalne (x_i, y_i, z_i) , zaś nieco wcześniej (strona 35) przyjęto notację (xyz) dla układu współrzędnych wykorzystanego podczas kalibracji. Brak jednoznacznie zdefiniowanych układów odniesienia utrudnia zrozumienie tekstu pracy.

Najbardziej interesującą częścią pracy jest rozdział czwarty. Został on podzielony na pięć części. W pierwszej z nich ustalono strukturę fazową badanych skoków, zaprezentowano wartości i przebiegi czasowe wybranych wielkości kinematycznych/bezwładnościowych oraz zidentyfikowano dwie podstawowe strategie wykonywania salta „*wildcat*”. Na uwagę zasługuje obliczenie składowych prędkości kątowej w układzie osi głównych ciała, jak również wyznaczenie przebiegów czasowych energii kinetycznej oraz potencjalnej. Zważywszy na fakt, że ciało snowboardzisty jest modelem wielocłonowym, obliczenia te nie należały do standardowych. W drugiej części zbadano zróżnicowanie badanych skoków z wykorzystaniem współczynnika zmienności zdefiniowanego przez Doktorantkę. W trzeciej części został natomiast zaprezentowany stosunkowo prosty model mechaniczny do analizy fazy lotu badanego salta. Przyjęto założenia, że środek ciężkości skoczka i deski snowboardowej porusza się po paraboli (rzut ukośny), a zmiany konfiguracji ciała dają się opisać za pomocą sumarycznego momentu bezwładności (śląd zdiagonalizowanej macierzy tensora momentu bezwładności). Następnie sprawdzono, czy model generuje miarodajne rezultaty w przypadku analizy salta podwójnego. W tym celu przeprowadzono 28 symulacji zmieniając w uporządkowany sposób wartości zmiennych wejściowych. W pięciu przypadkach uzyskano rozwiązania spełniającą kryterium poprawnie wykonanego salta z dwoma obrotami. W ostatniej, piątej części przeprowadzono trójstopniową walidację modelu

porównując wyniki symulacji z danymi empirycznymi dla siedmiu poprawnie wykonanych salt podwójnych.

Rzeczowy wydzźwięk tego rozdziału został nieco zakłócony przez sformułowanie kilku pytań badawczych, na które nie udzielono odpowiedzi (strona 53, drugi akapit). Postawiono również hipotezę badawczą (strona 60), ale nie podjęto próby jej wyjaśnienia. Kwestie tego typu nie powinny pojawiać się w rozdziale poświęconym prezentacji i omówieniu rezultatów badań.

Proszę o wyjaśnienie w trakcie obrony kilku zagadnień poruszonych w tym rozdziale, które mogły mieć wpływ na uzyskane wyniki.

Na rysunku 31 zaprezentowano jeden z najciekawszych wykresów. Widoczne na nim zjawisko bifurkacji zostało jednak zinterpretowane w dość lakoniczny sposób, zwłaszcza w kontekście przebiegów $I_{med}(t)$ oraz $I_{min}(t)$.

Ze zdjęć zamieszczonych w pracy można wywnioskować, że krawędź progu rampy usytuowana była co najmniej 1 m powyżej płaszczyzny lądowania. Dlaczego zatem przyjęto założenie 6 (strona 67), że „podczas lądowania COM2 zawodnika znajduje się na poziomie równym jego wysokości w chwili rozpoczęcia lotu.”?

Całkowity moment bezwładności ciała jest wielkością nieujemną. Z treści rysunku 47 wynika jednak, że przyjmował on ujemne wartości.

Trudno jednoznacznie stwierdzić, czy obrót osi ciała snowboardzisty w zakresie od 642° do 732° gwarantuje bezpieczne lądowanie dla salta podwójnego. Zdefiniowane w ten sposób warunki brzegowe należy do kryteriów statycznych, ponieważ nie uwzględnia dynamiki skoku w chwili lądowania.

Zdecydowanie najsłabszym rozdziałem w pracy jest skromne podsumowanie z elementami dyskusji. O ile w pierwszej części rozdziału występują znamiona dyskusji w postaci odniesienia uzyskanych rezultatów do teorii sterowania oraz do modelowania, to w części końcowej powtórzono niektóre kwestie omówione szczegółowo w rozdziale czwartym, nie odwołując się do prac innych autorów.

Gwoli precyzji i z obowiązku recenzenta należy odnotować wybrane nieścisłości i błędy edycyjne, które wystąpiły w pracy:

- 6^{16} (strona 6, 16 linia od góry) – „W przypadku snowboardu ...”. Równoważnik zdania.
- $6_{14,9,7}$ – „trick”, a począwszy od strony 7 mamy „triki”.
- 7^3 – „liczebność kontuzji”. Styl.

- 7⁶ – „nieprzygotowanie do prędkości ruchu”. J.w.
- 7₁ – „on snow”.
- 8₁₄ – „*Biomechanical Research In Gymnastics: What is done, What is needed*” i dalej w kilku innych miejscach w pracy. Nie ma powodów cytowania pełnych tytułów prac, skoro odwołania do nich znajdują się w *Bibliografii*.
- 11₁₅ – „frontside’ową krawędź”.
- 13² – „... biomechanika, której analizy są wpisane w rozwój konkurencji”. Styl.
- 13³ – „Począwszy ...zadań ruchowych”. Równoważnik zdania.
- 13₁₀ – „... w zakresie: uzyskania wysokości ciała ...”. Styl.
- 14¹³ – „... z zastosowaniem różnego rodzaju elementu poprzedzającego salto ...”. J.w.
- 18 Rys. 9 – „MOMENTU” -> MOMENTY”.
- 18₄ – „... oprócz wysokości musi nadać ciału ...”.
- 20⁴ – „... tzw. elementów skończonych”. Niefortunne sformułowanie. Elementy skończone kojarzone są zazwyczaj z metodą elementów skończonych (MES). W dalszej części tekstu nie wzmiankuje się o tej metodzie.
- 20¹¹ – „Symulacje w tych modelach ...”. Styl.
- 30⁷ – „... w postaci walca zbudowanego na podstawie o osiach 6,47m i 4,2m ...”
Podstawą walca jest okrąg.
- 40⁵ – ... „że ma rozkład diagonalny przez macierz ortogonalną.” Niejasne. Macierz tensora bezwładności można zdiagnozować za pomocą macierzy diagonalizującej (macierzy przejścia), która jest macierzą ortogonalną.
- 43₁₃ – „została” -> „zostało”.
- 45³ – „Co ciekawe ...”. Styl.
- 45⁸ – „Analizując przebiegi czasowe struktury”. J.w.
- 45¹⁸ – „Lot nie był idealnie prostopadły do progu rampy ...”. Raczej „Płaszczyzna lotu ...”.
- 47⁷ – „... przekształcenia pozycji ...”, „Redukując (uproszczając) ciało do modelu elipsoidy ...”. Styl.
- 49₄ – „zostało wzięte pod uwagę”. Niejasne. Co zostało wzięte pod uwagę?
- 50⁹ – „Przesunięcie czasowe poszczególnych indywidualnych przebiegów spowodowało w kilku przypadkach odmienne proporcje wartości zmiennych”. Niejasne.

- 58² – „... porównanie udziału bezwładności poszczególnych części ciała na moment sumaryczny...”. Styl.
- 68¹⁶ – „... w postaci braku dokonania wyliczeń po wprowadzeniu nierealnych wartości brzegowych zmiennych”. Styl.
- 68₁₂ – „którego” -> „której”.
- 83₈ – „... lądowaniu z wynikiem rzeczywistym.”. Styl.
- 91₁₂ – „Jednakże praca odkryła ...”. J.w.
- 93₆₋₄ – Powtórzenie treści ze strony 21.
- 95₁₀ – „... salt jednokrotnych do wielokrotnych, ...”. Raczej „salt pojedynczych do salt z wieloma obrotami”.

Podane powyżej uwagi nie umniejszają wartości rozprawy doktorskiej, a mogą być przydatne przy przygotowywaniu tekstu do publikacji w czasopiśmie naukowych.

Ocena końcowa

Recenzowana praca zawiera sformułowanie i rozwiązanie oryginalnego zagadnienia naukowego w postaci zbudowania modelu matematyczno-fizycznego snowboardzisty oraz wykorzystaniu modelu do analizy biomechanicznej salta „wildcat”. Sposób rozwiązania tego zagadnienia świadczy o szerokiej wiedzy Doktorantki w dziedzinie badania układu ruchu człowieka oraz o umiejętnościach przetwarzania danych pomiarowych i graficznej prezentacji uzyskanych wyników. Oznacza to, że Doktorantka posiada wszelkie niezbędne kwalifikacje do samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Uważam, że praca pod tytułem „Modelowanie warunków wielokrotnych obrotów w saltie „wildcat” w snowboardzie” spełnia wymagania stawiane rozprawie doktorskiej. Wnoszę zatem do Senatu Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach o dopuszczenie Pani mgr Wioletty Biesiady do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

A. Knapik