

**Recenzja pracy doktorskiej Muhammad[a] Fawad**

Tytuł pracy doktorskiej: BIM-based Framework of Bridge Health Monitoring Supported by Immersive and 3D (Oparty na BIM system monitorowania stanu mostów wspierany przez techniki immersji i rekonstrukcji 3D, do aktualizacji modeli analitycznych i zasobów)

Praca doktorska została mi udostępniona w ramach wstępnego procesu recenzyjnego w postępowaniu doktorskim. Umożliwiło mi to zaproponowanie modyfikacji, które mogłyby zostać wzięte pod uwagę oraz pozwoliło na ocenę reakcji Kandydata na krytyczne uwagi, co znalazło odzwierciedlenie w akceptacji lub odrzuceniu sugerowanych poprawek. Wcześniej przedstawiłem szczegółową, opatrzoną przypisami wersję pracy do wstępnej dyskusji, a obecna wersja została przygotowana po uwzględnieniu przez Kandydata moich uwag i sugestii, a także informacji zwrotnych z tej wstępnej dyskusji.

Poniżej dokonam oceny pracy doktorskiej w oparciu o ogólny zestaw kryteriów, które uznałem za właściwe, ponieważ nie przedstawiono mi żadnych konkretnych wytycznych.

**1. Terminowość**

Praca jest aktualna, z bardzo nowoczesnym wyborem tematu oraz późniejszych badań badawczo-rozwojowych. Jest zatem interesująca dla naukowców i profesjonalistów.

**2. Struktura**

Praca jest obszernym dziełem liczącym 103 strony, wykorzystującym bibliografię 243 pozycji. W przeciwieństwie do 7-stronicowego spisu treści materiału wstępnego, który przypominał książkę, obecnie mamy 2-stronicowy spis o znacznym rygorze naukowym. Łączna liczba 139 stron pracy, w tym bibliografia i załączniki, jest obecnie akceptowalna, co oznacza przeprowadzenie znacznej korekty i „kondensacji” materiału wstępnego. Struktura pracy została również w znacznym stopniu poprawiona przez Kandydata, który zaakceptował i zastosował większość ulepszeń wskazanych przeze mnie w materiale wstępnym. Streszczenia rozdziałów nadal znajdują się w pracy; uważam, że jest to zbędne (podobnie jak te oznaczone w materiale wstępnym).

**3. Przegląd literatury**

Przetworzenie i włączenie do pracy 243 źródeł literatury na ponad 12 stronach, w koordynacji z pracami badawczo-rozwojowymi Kandydata, jest znaczącym osiągnięciem. Jedynym niedopatrzeniem jest to, że publikacje własne nie zostały oznaczone, co utrudnia wyodrębnienie dorobku Kandydata w tym zakresie.

**4. Metody**

Metody stosowane w pracach badawczo-rozwojowych są nowoczesne, przyszłościowe i mają duży potencjał do dalszego rozwoju. Połączenie zastosowanych metod jeszcze bardziej zwiększy ten potencjał. Po postawieniu problemów, Kandydat dokonał doskonałego wyboru metod pomiaru, analizy i przetwarzania oraz umiejętnie zidentyfikował i włączył niezbędne zaplecze narzędziowe. Prezentacja i ocena uzyskanych wyników są również dobre.

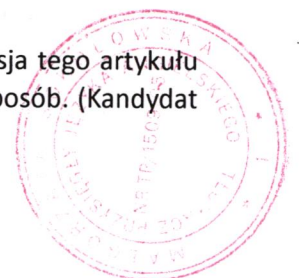
**5. Oryginalny wkład**

W porównaniu z artykułem przygotowanym do dyskusji warsztatowej, ostateczna wersja tego artykułu przedstawia nowe wyniki naukowe w znacznie bardziej uporządkowany i zrozumiały sposób. (Kandydat

POLITECHNIKA ŚLĄSKA  
Rada Dyscypliny Inżynieria Lądowa,  
Geodezja i Transport

wpłynęło dnia 24.09.2024

nr 192 zat. —



zrezygnował z rozróżnienia na poziomie pod-tem i podsumował swoje wyniki naukowe w trzech wyróżniających się i dających się obronić tezach głównych. Mój jedyny zarzut jest taki, że mogły one zostać przedstawione w odpowiednich rozdziałach, a nie tylko w rozdziale podsumowującym na końcu pracy. Na poparcie tez, zgodnie z praktyką naszej Szkoły Doktorskiej, należy przytoczyć swoje publikacje. W przypadku pracy 1 i 2 odniesienia znajduje się w tekście, ale w przypadku pracy 3 nie ma żadnego odniesienia.

## 6. Szczegółowy przegląd i pytania

Strona 14: Systemy MEMS są zwykle oparte na rozwiązaniach elektromechanicznych, a nie elektrochemicznych, chociaż rozwiązania chemiczne nie są im zupełnie obce. W swojej konstrukcji podążają za swoimi mechanicznymi początkami.

Strona 21: Fotogrametria naziemna i lotnicza mogą być łączone, a nawet wskazane jest wybranie rozwiązania hybrydowego ze względu na problemy opisane przez Kandydata. Fotogrametrię dronową (UAV) interpretuję tutaj jako część fotogrametrii lotniczej.

Strona 22: W skanowaniu laserowym, zarówno rozwiązania lotnicze (ALS), jak i naziemne (TLS) są wspomniane w podobny sposób, a rozwiązania dronowe (ULS) również wydają się obecnie rozpowszechniać.

Strona 24: Programowanie wizualne nie jest, moim zdaniem, elementem AI; może być i jest używane niezależnie od AI. Włączenie AI oczywiście sprawi, że systemy VPL będą bardziej wydajne.

Strona 44: Sformułowanie „jak zaproponowano w niniejszej pracy badawczej” było przypuszczalnie terminem użytym w odrębnej publikacji; tak się złożyło, że pozostawiono je w obecnej formie.

Strona 46: Czy zakres obciążenia temperaturowego nie powinien wynosić +60/-20°C (w przeciwieństwie do odwrotnej sytuacji przedstawionej w pracy)?

Strony 66-67: DHT22 i MPU6050 nie są czujnikami bezprzewodowymi! Można je podłączyć do platformy jako proste wyjście cyfrowe lub I2C, które staje się bezprzewodowe dzięki wbudowanemu urządzeniu lub dodatkowej osłonie. Dlatego zasugerowałbym termin „bezprzewodowy węzeł czujnika”, np. dla mostu Kurow, gdzie odległość pozioma między punktami MET i ACC wynosi 56,80 m (patrz rys. 4-13). Jednak pojedyncza płyta sterująca może obsługiwać kilka czujników; termin „węzeł” może również ich dotyczyć.

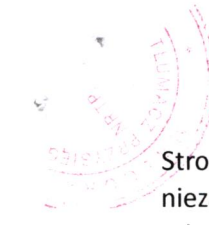
Strona 70: Z tekstu nie wynika jasno, jakie są wymiary geometryczne „mostu w skali laboratoryjnej”. Jaki był planowany scenariusz pomiaru, skoro na podstawie danych z żyroskopu zakładany był ruch okresowy?

Strona 72: Szczegóły dotyczące konfiguracji oprogramowania Visual Studio są przesadzone w porównaniu do innych rozdziałów artykułu (sln, kompilacja i konfiguracja adresu IP są bardziej techniczne niż w innych miejscach - nieuzasadnione).

Strona 74: Różnica między SHM tradycyjnym a opartym na MR nie wynika wyłącznie z wizualizacji, wbrew twierdzeniu Kandydata, ponieważ przypisuje on zastosowanie rozwiązania IoT tylko temu drugiemu przypadkowi. W rzeczywistości uważam, że istnieją trzy podstawowe przypadki: podstawowy SHM, SHM + IoT i SHM + MR. Tradycyjny SHM jest w rzeczywistości znacznie gorszy pod względem wizualizacji niż wersja MR (byłoby naprawdę „fajnie”, gdyby wynik z oprogramowania Axis został włączony do rzeczywistości mieszanej, a nie przedstawiony jako prosta reprezentacja w postaci panelu).

Strony 85-86: Czy pomiary temperatury były zwykłymi odczytami, czy też przed ich wykonaniem przeprowadzono kalibrację? Kalibracja jest również istotną kwestią w przypadku innych czujników.

Strony 97-99: Uważam, że rozdział z wnioskami końcowymi jest również nieuzasadniony w pracy doktorskiej ze względu na jej specyfikę.



Strona 99: Prawdopodobnie najważniejszy rozdział, ponieważ to w nim pojawia się teza, czyli własne, niezależne wyniki naukowe Kandydata. Powinny one (jak już wcześniej pisałem) zostać przedstawione w odpowiednich rozdziałach i udowodnione serią jego własnych publikacji.

#### 7. Język i prezentacja

Tekst techniczno-naukowy w tej pracy doktorskiej jest napisany precyzyjnie i czytelnie. Z kilkoma nieistotnymi wyjątkami, trudność podejścia i zrozumiałość rozdziałów są jednorodne; podkreślam to szczególnie dlatego, że angielski jest językiem obcym zarówno dla autora, jak i czytelnika. Terminologia jest używana właściwie (przynajmniej w dziedzinach, z którymi jestem zaznajomiony).

Wygląd, układ i ilustracje pracy są odpowiednie i zgodne ze standardami stosowanymi w pracach naukowych.

#### 8. Ogólna ocena

Uznaję tę pracę doktorską w obecnym kształcie za nadającą się do publicznej dyskusji i w oczekiwaniu na jej wynik rekomenduję nadanie Kandydatowi stopnia doktora habilitowanego. Wszystkie trzy prace Kandydata mogę przyjąć jako samodzielne wyniki badań naukowych bez żadnych zmian.

Biorąc pod uwagę ocenę pracy doktorskiej uważam, że stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną doktoranta w zakresie prowadzenia badań naukowych. Potwierdza również umiejętność prowadzenia pracy naukowej. Spełnia tym samym wymogi ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668, z późn. zm.). Wnoszę o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.

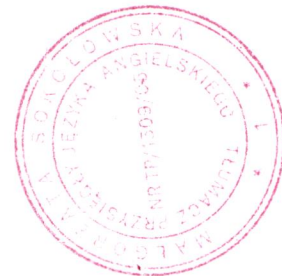
Budapeszt, 13 września 2024 r.

[podpis nieczytelny]

Prof. Árpád Barsi  
BME Wydział Fotogrametrii  
i Geoinformatyki

---

Ja, Małgorzata Sokołowska, tłumacz przysięgły języka angielskiego w Gliwicach, nr wpisu na listę tłumaczy przysięgłych TP/1509/05. Poświadczam zgodność niniejszego tłumaczenia z okazanym mi plikiem pdf sporządzonym w języku angielskim. Gliwice, dnia 18 września 2024 r. Repertorium nr 581/2024.



Tłumacz Przysięgły  
mgr Małgorzata Sokołowska