

S E K R E T A R I A T
Rady Dyscypliny AEEITKWpłynęło dnia 20. 02. 2025Zarejestrowano pod nr 510-17-6/21Podpis Vandœuvre, 10 lutego 2025 r.
prof. IUNG Benoît

Université de Lorraine

Zastępca dyrektora CRAN UMR CNRS 7039

Campus Sciences - BP 70239

54506 Vandœuvre

FRANCJA

Temat: Recenzja rozprawy doktorskiej **pana Aruna Kumara YADAVA** (mgr inż.)Tytuł rozprawy doktorskiej w języku polskim: **Metodyka kontroli uszkodzeń w dźwigarach skrzynkowych suwnic pomostowych**Tytuł rozprawy doktorskiej w języku angielskim: **Crack inspection methodology for box girders the overhead crane**Promotor/kierownik rozprawy doktorskiej: Prof. dr hab. inż. **Janusz Szpytko** (prof. zwyczajny, dr hab. mgr inż.)

Do wszystkich zainteresowanych

Założenia recenzji

Podstawą sporządzenia recenzji rozprawy doktorskiej Pana Aruna Kumara YADAVA jest dokument z dnia 10 stycznia 2025 roku autorstwa Przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne (Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie), prof. dr. hab. inż. Ryszarda Sroki.

Adekwatność tematu rozprawy – uzasadnienie przyjętej koncepcji badawczej

Recenzowana rozprawa doktorska koncentruje się na obszarze zastosowań suwnic, a dokładniej dźwigarów skrzynkowych. Jest to uzasadnione w świetle dwóch ważnych, wysoce uzupełniających się spostrzeżeń:

- wady konstrukcyjne żurawia, zużycie, pęknięcia, korozja, spowodowane zarówno jego pracą, jak i środowiskiem (np. wiatrem, drganiami, klimatem), mogą prowadzić do niebezpiecznych sytuacji (upadku części żurawia),
- kontrola żurawia pod kątem usterek nie jest łatwa i może prowadzić do niebezpiecznych sytuacji lub nierzetelnych wyników operatora przeprowadzającego takie kontrole wizualne.

Spostrzeżenia te są bardzo wiarygodne i bardzo istotne oraz sprawiają, że z rozprawą doktorską wiąże się rzeczywisty interes społeczny w dobrze uzasadnionej sprawie. Temat rozprawy dotyczy rzeczywistego złożonego problemu, który wymaga naukowej/technologicznej pracy w celu zaproponowania ogólnego rozwiązania. Na całym świecie badania te cieszą się również dużym zainteresowaniem społeczności skupionej wokół monitoringu strukturalnego (SHM). Oznacza to możliwość wprowadzenia zautomatyzowanych systemów monitorowania stanu w czasie rzeczywistym w celu monitorowania i raportowania, gdzie i kiedy wymagane są czynności konserwacyjne.

W ten sposób doktorant proponuje nowatorskie podejście do wykrywania korozji i pęknięć w mostach suwnic poprzez połączenie czujnika GMR (metodologia nieniszcząca – NDT) z elastyczną ramą robota wspinaczkowego. Powinno to pozwolić na zaoferowanie rozwiązania opartego na robotach, które będzie bardziej elastyczne i bezpieczniejsze oraz pozwoli przeprowadzać kompletne inspekcje niższym kosztem. Takie podejście badawcze jest bardzo trafne i dobrze dostosowane do problemów, które mają zostać rozwiązane.

Ogólna wiedza teoretyczna doktoranta

Rozprawa składa się z dwóch streszczeń (jednego w języku polskim i drugiego w języku angielskim), spisu rysunków, spisu tabel, spisu akronimów, 7 rozdziałów, około 7 stron bibliografii, a także spisu publikacji już opracowanych przez pana Aruna Kumara Yadava.

Liczne pozycje literaturowe dobrze reprezentują tematykę naukową/aplikacyjną podjętą przez doktoranta. Wymaga to od pana Aruna Kumara Yadava opanowania szerokiego zakresu umiejętności, ale także wykazania się wielką naukową ciekawością w badaniu tego spektrum problemów.

Rozdział 1 stanowi wprowadzenie, które pozwala na uporządkowanie wszystkich elementów i zagadnień poruszonych w rozprawie doktorskiej.

Rozdział 2 dotyczy głównie aktualnego stanu prac nad robotami inspekcyjnymi do różnych celów i sektorów.

W Rozdziale 3 skoncentrowano się na znaczeniu stworzenia, na potrzeby robota wspinaczkowego, specjalnego koła magnetycznego wykorzystującego trwale magnesy neodymowe. Te projekty kół stanowią pierwszy ważny

1/4

element wkładu wniesiony przez omawianą rozprawę.

W Rozdziale 4 opisano komponenty elektroniczne (przyszłego) systemu robotycznego, a także ich przeznaczenie. (Końcowy) robot jest kontrolowany za pomocą dwóch trybów pracy: trybu autonomicznego; trybu zdalnego sterowania za pomocą Raspberry pi Arm 11 i strumieniowego przesyłania wideo w czasie rzeczywistym (komunikacji bezprzewodowej z użyciem telefonu komórkowego).

W Rozdziale 5 zbadano proces tworzenia elastycznej struktury robota, która składa się z mechanizmu sterowania, mechanizmów przyczepności i kinematyki robota pod różnymi kątami (np. unikania narożników) i na różnych powierzchniach (np. wklęsłych, wypukłych). W rzeczywistości struktura ta musi być dostosowana do kontekstu inspekcji suwnic. Prowadzi to do konstrukcji robota (np. kół magnetycznych, czterech silników prądu stałego, serwooprzegubów, podwozia, zawieszenia) wspinaczkowego do pracy na suwnicach, co stanowi drugi element wkładu wniesiony poprzez tę rozprawę.

W Rozdziale 6 skupiono się na zagadnieniach badań nieniszczących i doprowadzono do zaproponowania jednostki czujnika GMR (np. liniowej matrycy 8 czujników GMR, który został zamontowany na tylnej osi robota) jako rozwiązania do rozważenia podczas badań nieniszczących w ramach inspekcji konstrukcji suwnic. W odniesieniu do tego rozwiązania przeanalizowano wykresy wyjściowe czujnika GMR, wpływ startu na matrycę czujników oraz układ sterowania robotem z programowaniem. Na końcu tego rozdziału, w ramach podsumowania, przedstawiono kilka eksperymentów związanych nie tylko z testami robota wspinaczkowego, ale także z wykorzystaniem czujnika GMR (czujników Halla i magnesów trwałych) do wykrywania różnych rodzajów pęknięć/korozji/ubytków metalu w różnych sytuacjach. Ostateczne narzędzie robotyczne (prototyp), która składa się co najmniej z robota (m.in. podwozia, zawieszenia, 4 kół magnetycznych), jednostki czujnika, silnika prądu stałego, układu GPS, modułu GSM, stanowi trzeci ważny element wkładu tej rozprawy (powiązany z dwoma poprzednimi).

W Rozdziale 7 podsumowano globalnie prace badawcze, proponując również odpowiednie perspektywy. Wszystkie rozdziały są dobrze napisane i dotyczą szerokiego spektrum wiedzy, z którą doktorant z powodzeniem się zmierzył, aby obronić swój wkład.

Oryginalność osiągnięcia autora

Zakres niniejszej rozprawy jest nowatorski, ponieważ jest to jedno z głównych zagadnień badanych w ramach międzynarodowej społeczności naukowej skupionej wokół SHM. Monitorowanie i inspekcja złożonych struktur nadal stwarzają problemy, nie tylko z naukowego, ale także z metodologicznego i technicznego punktu widzenia. Wybrane z istniejących pytań są następujące: Jakie zjawiska fizyczne należy obserwować? Jak monitorować (np. rodzaj czujników) te zjawiska, aby uzyskać istotne dane? Jak istotne dane należy przetwarzać we właściwy sposób, aby uzyskać stan globalnej struktury? Cel tej rozprawy został dobrze dostosowany do tych zagadnień poprzez zaproponowanie rozwiązania do monitorowania, w złożonych sytuacjach, niektórych zjawisk (pęknięć/korozji/ubytków metalu), które można zaobserwować w suwnicach. Rozwiązanie to nie jest specyficzne dla danego przypadku, ale wystarczająco ogólne, aby można je było wykorzystać w różnych dziedzinach zastosowań (jak zaproponowano w sekcji wniosków/perspektyw).

Aby możliwe było znalezienie tego rozwiązania, treść rozprawy została dobrze zorganizowana poprzez zaprezentowanie: (a) kilku stanów wiedzy związanych przynajmniej z rodzajami robotów wspinaczkowych, rodzajami kół i czujnikami NDT, następnie (b) projektu i wykonania elastycznej struktury robota (m.in. z kołami magnetycznymi złożonymi z magnesów trwałych), a także (c) projektu i opracowania części elektronicznych, układu czujników (np. matrycy czujników GMR), układów sterowania i monitorowania oraz programowania.

Zdolność doktoranta do samodzielnego prowadzenia działalności naukowej

Jak wcześniej podkreślono, w rozprawie zaproponowano trzy główne elementy wkładu, które podkreślają komplementarność umiejętności/zdolności pana Aruna Kumara Yadava w zakresie orientacji naukowej/metodologicznej/rozwojowej. Są one wysoce reprezentatywne w odniesieniu do zdolności pana Yadava do prowadzenia działalności naukowej. Wkład ten opiera się na odpowiednim stanie wiedzy z literatury naukowej, który jest zgodny z tym, czego oczekuje się od doktoranta.

- Wkład w projektowanie i analizę zrobotyzowanych kół magnetycznych. Pan Arun Kumar Yadav proponuje innowacyjne rozwiązanie kół magnetycznych, które jest skonstruowane do dwóch celów: pomocy przy wspinaczce i generowaniu pola magnetycznego do nieniszczących badań usterek. W ten sposób wykonywane są obliczenia i testy symulacji przepływu magnetycznego na potrzeby ostatecznego projektu koła.
- Wkład w projekt robota wspinaczkowego. Pan Arun Kumar Yadav proponuje innowacyjną metodę rozwoju. Metoda ta uwzględnia definicję układu przeniesienia napędu i układu kierowania, biorąc pod uwagę, że konstrukcja robota jest w stanie pokonywać przeszkody i ostre wypukłe narożniki, jak to ma miejsce w

2/4

przypadku dźwigarów suwnic pomostowych. Metoda ta opiera się na modelowaniu kinematycznym i obliczeniach (np. siły napędowej, siły tarcia).

- Wkład w połączenie czujnika GMR z elastyczną ramą robota. Po pierwsze, pan Arun Kumar Yadav zaproponował i opracował rozwiązanie jednostki czujnika GMR (8 czujników Halla, okrągłe neodymowe pierścienie z magnesami trwałymi, 8 czujników NVE AA-005-002 GMR) jako najlepsze rozwiązanie do wykrywania pęknięć/korozyj/ubytków metalu. Następnie stworzył pełny prototyp łączący narzędzie robota z jednostką czujnika GMR, ale także dodatkowymi komponentami elektronicznymi (np. układem GPS, modulem GSM) do przeprowadzania inspekcji dźwigarów suwnic pomostowych. Globalny prototyp zapewnia dane z monitorowania w czasie rzeczywistym, które mogą być przesyłane strumieniowo na żywo do zdalnej lokalizacji i przechowywane na potrzeby przyszłych studiów przypadku. Odpowiednie eksperymenty tego prototypu zostały przeprowadzone w laboratorium. Pokazują one bardzo interesujące wyniki związane zarówno z możliwościami poruszania się robota wspinaczkowego, jak i możliwościami wykrywania jednostki czujnika GMR.

Te trzy elementy wkładu odzwierciedlają ogromną ilość jakościowej i ilościowej pracy związanej z rozprawą doktorską. Praca ta wymagała od pana Aruna Kumara Yadava zarówno umiejętności bardziej teoretycznych (np. obliczania siły i przyczepności), jak i bardziej technicznych (np. opracowania prototypu). Zakres prac jest również bardzo szeroki i obejmuje rozwiązanie problemów inżynierskich i rozwojowych w różnych dziedzinach (robotyka, elektronika, czujniki). Wkład ten został już zawarty w różnych publikacjach (na końcu rozprawy wspomniano o 9 publikacjach; tylko 6 podano w deklaracji zawartej na początku). Eksperymenty przeprowadzone na prototypie wykazały pierwsze istotne wyniki dotyczące możliwości robota i systemu wykrywania.

Szczegółowe uwagi i komentarze (pewne niedociągnięcia odnotowane w rozprawie i zagadnieniach dyskusji)

W odniesieniu do tych trzech elementów wkładu i sposobu organizacji rozprawy należy zadać kilka pytań. Najważniejsze z nich są następujące:

- Rozdział 4 to tylko wykaz komponentów użytych do produkcji robota. Jak dokonano wyboru tych komponentów? Czy na potrzeby tego wyboru przeprowadzono jedno lub więcej studiów wykonalności? Czy w tym kontekście te wybory odnoszą się do bardziej funkcjonalnych potrzeb i wymagań (jakich)? W jaki sposób ta globalna architektura została zweryfikowana?
- Jeśli chodzi o Pański wkład, czy mógłby Pan wyróżnić więcej jego składników, które są bardziej naukowe, bardziej technologiczne? Obecnie nie jest jasne, jaka jest naukowa wartość dodana wykonanej pracy.
- Na poparcie niektórych swoich wypowiedzi zastosował Pan modelowanie kinematyki, różne obliczenia. Jakiego oprogramowania użyto? Czy zweryfikował Pan również niektóre ze swoich propozycji, przeprowadzając odpowiednio zaawansowane symulacje, np. projektu robota, przy użyciu narzędzi inżynierskich 3DExperience?
- Czy przeprowadzono testy w rzeczywistym obiekcie w celu przetestowania prototypu w rzeczywistych warunkach pracy? W ramach perspektyw planowane jest dodanie do robota mechanizmu czyszczącego. Czy nie zakłóci to działania istniejącego systemu (np. poprzez dodanie detergentu, wytworzenie drgań)?
- Opublikowano już 9 artykułów na temat Pańskiej pracy, ale nie w uznanych czasopismach i na prestiżowych konferencjach (np. IFAC, IFIP, IEEE). Czy planuje Pan opracować w najbliższym czasie tego typu istotne publikacje (ostatnia została opublikowana w 2024 roku)?

Końcowa ocena rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska ma formę zwartego maszynopisu i zawiera streszczenia w języku polskim i angielskim. Rozprawa została przygotowana pod opieką naukową prof. Janusza Szpytki i stanowi oryginalne rozwiązanie/osiągnięcie w obliczu złożonego problemu oparte na badaniu, projektowaniu i rozwoju technologicznym w ramach SHM do zastosowań w dziedzinie suwnic. Wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną doktoranta w dyscyplinie naukowej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia działalności naukowej. Recenzowana rozprawa doktorska pana Aruna Kumara YADAVA (mgr inż.) należy do dyscypliny naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne. Rozprawa ma charakter interdyscyplinarny i zawiera wyniki poznawcze, które mieszczą się w obszarze badań nieniszczących stanu technicznego konstrukcji dźwigów, a także wnosi oryginalne rozwiązania do praktyki wdrożeniowej. Moja ocena rozprawy jest więc pozytywna i – z uwagi na uzyskane wyniki aplikacyjne – wnoszę o rozważenie możliwości jej wyróżnienia. Recenzowana rozprawa spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim, określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571, z późn. zm.).

3/4

Podsumowując, pozytywnie oceniam przedłożoną rozprawę doktorską pana Aruna Kumara YADAVA (mgr inż.), zatytułowaną Metodyka kontroli uszkodzeń w dźwigarach skrzynkowych suwnic pomostowych w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne, i wnoszę o jej dopuszczenie do dalszego procesu oceny oraz do publicznej obrony.

Podpis

/podpis nieczytelny/

prof. Benoît lung,

Zastępca Dyrektora CRAN

Członek stowarzyszenia PHM, członek CIRP, członek ISEAM

Vandoeuvre, 10th February 2025

Pr. IUNG Benoît

Lorraine University

Deputy Director of CRAN UMR CNRS 7039

Campus Sciences – BP 70239

54506 Vandoeuvre

FRANCE

Subject: Doctoral dissertation review of Mr Arun Kumar YADAV (mgr inż.)

Doctoral dissertation title in Polish language: **Metodyka kontroli uszkodzeń w dźwigarach skrzynkowych suwnic pomostowych**

Doctoral dissertation title in English language: **Crack inspection methodology for box girders the overhead crane**

PhD promoter/ PhD thesis director: Prof. dr hab. inż. **Janusz Szpytko** (Full Prof., Dr hab., M.Sc., B.Sc., C.Eng.)

To Whom it May Concern,

The basis of the review

The basis for preparing the review of Mr. Arun Kumar YADAV's doctoral dissertation is a document dated of January 10, 2025, from the Chairman of the Discipline Council of Automatic Control, Electronics, Electrical Engineering and Space Technologies (AGH University of Krakow), Professor Ryszard Sroka.

Relevance of the dissertation topic – justification of the adopted research concept

This Ph.D. thesis focuses on the application field of cranes, and more specifically box girders. It is justified in the light of two important, highly complementary observations:

- structural defects in the crane, wear, cracks, corrosion ... due to both its operation and its environment (e.g. wind, vibration, climate) can lead to dangerous situations (part of the crane falling),
- inspecting the crane for defects is not easy and can lead to dangerous situations or unreliable results for the operator carrying out these visual inspections.

These observations are very credible, very relevant and give the Ph.D. thesis a real societal interest in a well-justified issue. Indeed, the dissertation topic is issued of a real complex problem requiring to scientifically/technologically work on it to propose a generic solution. Globally, these investigations have also a strong interest to the community of SHM (Structural Health Management). It means to be able to introduce automated-real time health monitoring systems to monitor and report where and when maintenance operations are required.

In that way, the Ph.D. student is proposing a novel approach for detecting corrosion and cracks in the bridges of overhead cranes by combining a GMR sensor unit (Non-Destructive methodology - NDT)

- 1/5 -

with a flexible climbing robotic framework. It should allow to offer a robot-based solution more flexible, more secure and supporting complete inspections at lower cost. This research approach is very pertinent and well adapted to the issues to be solved.

Doctoral student's general theoretical knowledge

The dissertation is organised with two abstracts (one in Polish and the other in English), the list of figures, the list of tables, the list of acronyms; 7 Chapters, plus about 7 pages of references, and finally the list of publications already produced by Mr. Arun Kumar Yadav.

The numerous references are well representative of the scientific/applicative themes addressed by the PhD student. This requires Mr. Arun Kumar Yadav to master a wide range of skills, but also to show great scientific curiosity to explore this spectrum of problems.

Chapter 1 is developing an introduction allowing to place all the items of the dissertation and Ph. D. subjects.

Chapter 2 is mainly addressing a state of the art on works done on inspection robots for various purposes and sectors.

Chapter 3 is focusing on the relevance to create, for a climbing robot, a specific magnetic wheel employing permanent Neodymium magnets. These wheels designs are a first important contribution done in this Ph.D.

Chapter 4 is describing the electronics components of the (future) robotic system, and also their intended use. The (final) robot is controlled by two operation modes: Autonomous mode; Remote control mode by using Raspberry pi Arm 11 and live video streaming (wireless communication through a mobile phone).

Chapter 5 is investigating the creation of a flexible robotic structure composed of steering mechanism, adhesion mechanisms, and kinematics of the robot on various angles (e.g., avoiding corners) and surfaces (e.g., concave, convex). Indeed, this structure must be adapted to the context of inspection for overhead cranes. It leads to a robotic design (e.g., magnetic wheels, four DC motors, servo joints, chassis, suspensions) for climbing on overhead cranes which is the second contribution done in this Ph. D.

Chapter 6 is focusing on NDT issues and leads to propose GMR sensor unit (e.g., a linear array of 8 GMR sensors has been mounted to the robot rear axle) as a solution to NDT consideration in the frame of cranes structure inspection. In relation to this solution, it is studied the GMR sensor output graphs, the lift-off impact on the sensor array and the robot control arrangement with programming. So, at the end of this chapter as conclusion, it is shown several experimentations not only related to the tests of the climbing robot, but also to the use of the GMR sensor (hall sensors and permanent magnets) to detect different types of cracks/corrosion/metal loss in different situations. The final robotic tool (a prototype) composed at least of the robot (e.g., chassis, suspension, 4 magnetic wheels), the sensing unit, DC motor, GPS, GSM module is the third main contribution of this Ph.D. (in link with the two previous ones).

Chapter 7 is concluding globally of this research work by also proposing some adequate perspectives. The whole of the chapters is well written, and they address a broad spectrum of knowledge that the doctoral student has successfully confronted to defend his contributions

Originality of the author's achievement

The scope of this dissertation is well innovative because it is one of the main issues studied in the international scientific SHM community. Indeed, monitoring and inspection of complex structures still poses problems, not only from a scientific point of view, but also from a methodological and technical point of view. Some existing questions are the following: What are the physical phenomena to be observed? How to monitor (e.g., type of sensors) these phenomena to obtain significant data? How significant data must be processed in the right way to create the health state of the global structure? The purpose of this Ph.D. is well in phase with these questions by proposing a solution to monitor in complex situations, some phenomena (cracks/corrosion/metal loss) to be observed in overhead cranes. This solution is not specific to a case but enough generic to be used in different domains of applications (as proposed in the conclusion/perspective section).

To found this solution, the content of the dissertation is well organized by proposing (a) several states of the art related, at least, to climbing robot types, wheel types and NDT sensors, then (b) the design and realisation of the flexible structure of the robot (e.g., with magnetic wheels composed of permanent magnets), and finally (c) the design and development of electronic parts, sensing system (e.g., GMR sensor array), controlling and monitoring and programming.

Doctoral student's ability to independently conduct scientific work

As previously highlighted, three main contributions are proposed in this dissertation underlining complementarity of skills/abilities of Mr. Arun Kumar Yadav on the scientific/methodological/development orientations. So, they are well representative of the ability of Mr. Yadav to conduct scientific works. In that way, these contributions are based on adequate states of the art done from scientific literature which is well in phase with what it is expected of a doctoral student.

- Contribution on design and analysis of robotic magnetic wheels. It is proposing by Mr. Arun Kumar Yadav an innovative solution for the magnetic wheels which is constructed for two purposes: a climbing aid and a magnetic field generator for a non-destructive flaw. In that way, calculations and tests of magnetic flow simulation for the final wheel design are done.
- Contribution on the climbing robot design. It is proposing by Mr. Arun Kumar Yadav an inventive development method. This method is taking into account the definition of transmission system and steering system by considering that the robot structure is able to pass over obstacles and sharp convex corners as present in overhead crane girder bridge. This method is based on kinematics modelling and calculations (e.g., driving force, force of friction).
- Contribution on combining GMR sensor unit with a flexible robotic framework. First, it is proposed and developed by Mr. Arun Kumar Yadav the solution of GMR sensor unit (8 Hall sensors, circular Neodymium permanent magnet rings, 8 NVE AA-005-002 GMR sensors) as the best solution for detecting cracks/corrosion/metal loss. Then, he created a full prototype combining the robot tool with GMR sensor unit but also additional electronic components (e.g. GPS, GSM module) for inspecting overhead crane girders. The global prototype offers real-time monitoring data that can be live streamed to a remote location and store for future case studies. Relevant experimentations of this prototype have been done in laboratory. They are showing very interesting results both related to the moving capacities of the climbing robot but also of the detection capacities of the GMR sensor unit.

These three contributions represent a huge amount of qualitative and quantitative thesis work. This work required both more theoretical skills on the part of Mr. Arun Kumar Yadav (e.g. force and adhesion calculations) and more technical ones (e.g. development of the prototype). The range of work is also very broad, tackling engineering and development problems in a variety of fields (robotics, electronics, sensors). These contributions have been already published in different publications (the manuscript is mentioning 9 publications at end; only 6 are given in the declaration part at the beginning). The experimentations done with the prototype shown first pertinent results on the capabilities of the robot and the detection system.

Detailed notes and comments (some shortcomings noticed in the dissertation and discussion issues)

In relation to these 3 contributions and the manuscript organisation, questions need to be raised, the main ones being the following:

- The chapter 4 is only a list of components used for robot manufacturing. How was the choice of components made? Did one or more feasibility studies lead to this choice? In this sense, do these choices refer to more functional needs and requirements (which ones)? How this global architecture has been validated?
- With regards to your contributions could you underline more, those that are more scientific, more technological. At this time, it is not clear what is the scientific added value of the work done.
- In support of some of your contributions you have developed kinematics modelling, different calculations. What are the software you used? Have you also validated some of your proposals by carrying out fairly advanced simulations, for example for the robot design, using 3D-Experience engineering tools?
- Have on-site tests been carried out to really test the prototype under real operating conditions? As perspectives it is planned to add a cleaning mechanism to the robot. Won't this disrupt the existing system (e.g., by adding a detergent, creating vibrations)?
- 9 publications have been already done on your work but not really in well recognised journals and conferences (e.g. IFAC, IFIP, IEEE). Have you planned to develop soon these types of relevant publications (e.g., last one was published in 2024)?

Final assessment of the dissertation work

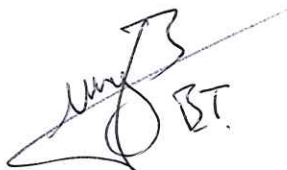
The doctoral dissertation is in the form of a compact typescript and contains a summary in English and Polish.

The doctoral dissertation was prepared under the supervision Pr. Janusz Szpytko and is an original solution/achievement to a complex problem based on study, design and technological development in the frame of SHM for overhead crane application. It demonstrates the candidate's general theoretical knowledge in scientific discipline and the ability to independently conduct scientific work. Indeed, the reviewed doctoral dissertation of Mr. Arun Kumar YADAV (MSc. Eng.) falls within the scientific discipline of Automatic Control, Electronics, Electrical Engineering and Space Technologies. The work is interdisciplinary in nature and contains cognitive results that fall within the area of non-destructive testing of the technical condition of crane structures and also brings original solutions to implementation practice. So, my assessment of the work is positive and due to the obtained application results, I request that the possibility of distinguishing the work be considered.

The reviewed dissertation meets the conditions for doctoral dissertations specified in art. 187 of the Act of 20 July 2018 - the Law on Higher Education and Science (Journal of Laws of 2024, item 1571, as amended).

In conclusion, I positively evaluate the submitted doctoral dissertation by Mr Arun Kumar YADAV (mgr inż.) entitled Crack inspection methodology for box girders the overhead crane in the discipline of Automatic Control, Electronics, Electrical Engineering and Space Technologies and request its admission to further proceedings and public defense.

Signature



Pr. Benoît lung,
Deputy Director of CRAN
PHM society Fellow, CIRP Fellow, ISEAM fellow

