

**Recenzja**  
**w postępowaniu habilitacyjnym dra inż. Piotra Kohuta**

Pan dr inż. Piotr Kohut, zwany dalej Habilitantem, od roku 1994 jest pracownikiem Katedry Robotyki i Mechatroniki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, zatrudnionym najpierw na stanowisku asystenta, a od roku 2002 na stanowisku adiunkta. Stopień doktora nauk technicznych uzyskał na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH w roku 2002, w dyscyplinie Automatyka i Robotyka, na podstawie rozprawy *Prototypowanie układów sterowania wizyjnego z wykorzystaniem procesorów sygnałowych*. Promotorem rozprawy był prof. dr hab. inż. Tadeusz Uhl. Badania naukowe Habilitanta łączą elementy teorii i praktyki w zakresie projektowania systemów wizyjnych ukierunkowanych na zastosowania w automatyce, robotyce i diagnostyce technicznej.

1. Osiągnięcia naukowe

Najważniejsze osiągnięcia naukowe Habilitanta zostały opisane w cyklu 27 publikacji zatytułowanym *Rozwój metod wizyjnych dla zastosowań w automatyce i robotyce*. W cyklu występują dwie grupy prac oznaczonych numerami, odpowiednio, 1-14 oraz 15-27. Prace z pierwszej grupy ukazały się w czasopismach indeksowanych w bazie JCR: *Structural Health Monitoring, Sensors, Structural Control and Health Monitoring, Measurements, Nondestructive Testing and Evaluation, Journal of Thermal Analysis and Colorimetry, Polish Journal of Environmental Studies, Journal of Theoretical and Applied Mechanics* (dwie), *Journal of Vibroengineering* (cztery), oraz *tm-Technisches Messen*. Prace z drugiej grupy opublikowano m.in. w *Solid State Phenomena, Journal of Physics, Key Engineering Materials, Maschine Dynamics Problems*. Cztery prace (należące do drugiej grupy) są samodzielne, pozostałe 23 – współautorskie. Najczęściej występującymi współautorami są prof. T. Uhl i dr K. Holak. Udział Habilitanta w całym cyklu, wyznaczony na podstawie podanych w autoreferacie udziałów procentowych i punktacji wg MNiSW, wynosi 42.8%. Wszystkie prace mają związek z zastosowaniem metod wizyjnych, przy czym zdecydowana większość sygnalizuje to już w tytule. Tematyka odzwierciedlająca najważniejsze osiągnięcia Habilitanta, uporządkowana w kolejności łącznej liczby wniesionych przez Niego punktów MNiSW odpowiednich publikacji omawianego cyklu, jest następująca: (1) Monitorowanie i diagnozowanie stanu konstrukcji (obiektów), w tym integracja technik wizyjnych z metodami analizy modalnej w celu estymacji wielkości charakteryzujących własności dynamiczne konstrukcji oraz analiza ruchu i rekonstrukcja obiektów w przestrzeni 3D. (2) Robotyka, (3) Mobilne systemy skaningu laserowego, (4) Inżynieria materiałowa.

- 1.1. Monitorowanie i diagnozowanie stanu konstrukcji, integracja technik wizyjnych z metodami analizy modalnej w celu estymacji wielkości charakteryzujących własności dynamiczne konstrukcji, analiza ruchu i rekonstrukcja obiektów w przestrzeni 3D

Tematyka monitorowania i diagnozowania została ujęta w pracach 1, 3, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 17, 18, 21, zastosowania technik wizyjnych w analizie modalnej dotyczą prace 13, 19, 20, 27, a analizy ruchu oraz rekonstrukcji 3D praca 22. Wkład Habilitanta polega na:

- opracowaniu architektury systemu wizyjnego do automatyzacji analizy modalnej, opracowaniu metodyki i algorytmów pomiarów za pomocą pojedynczej, szybkiej kamery cyfrowej, opartych o pasywne techniki analizy ruchu 2D i 3D oraz rekonstrukcji obiektów (*structure from motion*),
- opracowaniu koncepcji i struktury systemu wizyjnego do pomiarów pola przemieszczeń, opartych o funkcje korelacji i metodę rektyfikacji, za pośrednictwem kamery o dowolnej lokalizacji,
- opracowaniu metod i algorytmów systemu wizyjnego oraz ich testowaniu i doskonaleniu,
- opracowaniu metodyki badania niepewności pomiaru wizyjnego,
- udziale w opracowaniu i przygotowaniu do wdrożenia kompletnego, zautomatyzowanego systemu wizyjnego do pomiaru deformacji konstrukcji w trybie pracy ciągłej i pracy offline,
- opracowaniu nowych metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń w oparciu o analizy zmian przebiegu ugięcia lub analizy przebiegu postaci drgań oraz przeprowadzeniu analiz prawdopodobieństwa wykrycia i lokalizacji uszkodzenia z wykorzystaniem opracowanych metod,
- opracowaniu metodyki pomiaru dwuwymiarowych i trójwymiarowych składowych amplitud drgań maszyn wibracyjnych pracujących pod wpływem obciążeń eksploatacyjnych.

## 1.2. Robotyka

Tematyka została ujęta w pracach 9, 10, 11, 16, 25, a główne elementy dorobku Habilitanta są następujące:

- opracowanie struktury systemu, metod i algorytmów do wyznaczania pozycji i orientacji obiektów w układzie współrzędnych robota oraz kalibracji systemu wizyjnego z robotem Mitsubishi,
- opracowanie metodyki pomiaru, architektury i algorytmów systemu wizyjnego umożliwiającego wyznaczenie deformacji szponów gąsienicy robota podwodnego w celu obliczenia poślizgu gąsienicy,
- opracowanie architektury systemu wizyjnego wyposażonego w kamerę i układ laserów dla podwodnego robota inspekcyjnego oraz metod i algorytmów kalibracji systemu, oceny położenia i orientacji robota oraz wykrywania uszkodzeń badanych powierzchni,
- opracowanie metodyki pomiaru trójwymiarowego toru narzędzi chirurgicznych podczas operacji endoskopowych w obrębie miednicy mniejszej z wykorzystaniem układu stereowizyjnego,
- opracowanie metodyki pomiaru do analizy ruchu w przestrzeni trójwymiarowej wybranych grup mięśni kitesurfingu z wykorzystaniem układu stereowizyjnego.

## 1.3. Mobilne systemy skaningu laserowego

Tematyka została ujęta w pracach 2, 26, a główne elementy dorobku Habilitanta polegają na opracowaniu ogólnej koncepcji systemu pomiarowego oraz analizie metod doboru sensorów

wizyjnych stosowanych dla potrzeb pomiaru skrajni kolejowej i określeniu cech istotnych dla optymalnego wyboru systemu wizyjnego.

#### 1.4. Inżynieria materiałowa

Tematyka została opisana w pracy 4 a wkład Habilitanta polegał na opracowaniu metod i algorytmów wizyjnych do wyznaczania współczynnika pęcznienia łożysk.

#### 1.5. Inne osiągnięcia naukowe

Habilitant po uzyskaniu stopnia doktora opublikował, oprócz 27 prac składających się na główny cykl, dodatkowo 61 prac, oznaczonych w autoreferacie indeksami C1-C61. Są to głównie publikacje współautorskie w: (i) czasopismach, np. *Pomiary, Automatyka, Kontrola* czy *Diagnostyka*, (ii) pracach zbiorowych, wydanych przez uczelnie lub instytuty badawcze, np. AGH, PŚI, PIAP, ITE i jednej wydanej przez Wydawnictwo *John Wiley & Sons*, (iii) materiałach konferencji krajowych i międzynarodowych, m.in. *Diagnostyka Procesów Przemysłowych (DPP)*, *Symposium on Methods of Artificial Intelligence (AI-METH)*, *IEEE International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics (MMAR)*, *Symposium on Robot Control (SYROCO)*, *IMEKO Workshop on Smart Diagnostics of Structures*. Tematyka tych prac dotyczy problemów przetwarzania obrazów i układów wizyjnych, w tym: (1) analizy ruchu oraz wyznaczania geometrii obiektów w przestrzeniach 2D i 3D, (2) metod i algorytmów ekstrakcji cech obiektów, (3) opracowania dedykowanych architektur sprzętowo-programowych, (4) mobilnych systemów skanowania.

Dr Kohut recenzował też prace w czasopismach posiadających Impact Factor, takich jak: *Experimental Techniques, Journal of Visual Communication and Image Representation, Measurement, Automation in Construction, Sensors* oraz konferencyjne, m.in. na *International Conference on Modelling, Identification and Control, International Conference on Intelligent Robots and Systems*. Był też wykonawcą dziewięciu projektów badawczych (KBN, MNiSW, NCBiR, NCN, POIG), w tym w jednym jako kierownik, w dwóch jako kierownik zadań i w jednym jako główny wykonawca. Jest autorem 21 ekspertyz i opracowań wykonanych na zlecenie instytucji oraz współautorem dwóch zgłoszeń patentowych.

#### 1.6. Podsumowanie oceny osiągnięć naukowych

Badania naukowe Habilitanta łączą elementy teorii i praktyki w zakresie projektowania systemów wizyjnych ukierunkowanych na praktyczne zastosowania. Jego dorobek można zwięźle ująć jako opracowywanie koncepcji, architektury, metod i algorytmów dla systemów wizyjnych oraz budowa i wykorzystywanie tych systemów w rzeczywistych układach automatyki i robotyki, ze szczególnym uwzględnieniem analizy uchu obiektów i automatycznej diagnostyki. Rozważane systemy wizyjne obejmują rozwiązania z pojedynczą kamerą statyczną lub ruchomą, układami kamer/aparatów cyfrowych oraz powiązania kamer z układem laserów. Dotyczą różnorodnych zastosowań: roboty, roboty podwodne, robotyka medyczna i biomechanika sportowa, urządzenia mechaniczne (np. maszyny wibracyjne), konstrukcje mechaniczne i obiekty inżynierii lądowej (wiadukt, dach), oraz napowietrzne linie elektroenergetyczne (badanie strzałki ugięcia przęsła i drgań przewodów). Przez wszystkie zastosowania przewija się ważny problem kalibracji, w układach wielokamerowych dodatkowo elementy stereowizji, a w układach z kamerą ruchomą problem structure from motion. Habilitant wykazał się bardzo dobrą znajomością sprzętu, metod i narzędzi programowych przetwarzania i analizy obrazów oraz umiejętnością oceny dokładności pomiarów dokonywanych przez zaprojektowany system wizyjny.

Większość opublikowanych wyników ma związek z praktycznie ukierunkowanymi projektami badawczymi. Jeden z opracowanych przez Habilitanta systemów monitorowania i diagnozowania przeszedł ostatnio procedurę komercjalizacji i wdrożenia i jest sprzedawany przez spółkę typu spin-off powstałą po zakończeniu projektu.

Liczne współautorskie publikacje świadczą o ważnej umiejętności Habilitanta organizowania i prowadzenia prac zespołowych o interdyscyplinarnym charakterze.

Wskaźniki bibliometryczne publikacji Habilitanta wg WoS to: Indeks Hirscha  $H = 4$ , liczba cytowań, bez autocytowań, 33.

## 2. Osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne

Z oficjalnej strony Katedry zatrudniającej Habilitanta można odczytać, że Jego działalność jako nauczyciela akademickiego jest spójna z zainteresowaniami naukowymi i doświadczeniem badawczym i wiąże się z przedmiotami: *Systemy wizyjne w robotyce, Techniki wizyjne w operacjach medycznych, Systemy programowania robotów, Telechirurgia i robotyka medyczna, Telerobotyka i robotyka medyczna*. Dr Kohut ukończył kurs doskonalenia dydaktycznego dla pracowników AGH. Posiada też certyfikat kursu Robot Programming i certyfikat Asystenta Systemu Zarządzania Jakością.

Do osiągnięć organizacyjnych Habilitant zalicza: pracę w Komisji Rekrutacyjnej (do 1999r.), udział w Festiwalu Nauki w Krakowie (2003, 2008), udział w organizacji „Spotkań z Uczelnią” (2003, 2004) oraz członkostwo w komitetach organizacyjnych konferencji: 14th i 17th *School on Modal Analysis* (Kraków 2009, 2013) oraz 2nd *International Conference on Smart Diagnostics* (Kraków 2011).

## 3. Konkluzja

Uważam, że osiągnięcia naukowe Habilitanta, wraz innymi osiągnięciami podlegającymi ocenie, stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej automatyka i robotyka i spełniają wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 z późniejszymi zmianami, a także kryterium 4a (autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie JCR) Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011. Wnoszę więc o nadanie dr. inż. Piotrowi Kohutowi stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych.

*Tarant Wypych*