

## Konkurs na stanowisko stypendysty-doktoranta w projekcie badawczym NCN OPUS 20

### „Uczenie maszynowe ze wzmocnieniem w zagadnieniach półaktywnego sterowania konstrukcjami i zdecentralizowanego tłumienia drgań: opracowanie nowych algorytmów i ocena ich efektywności”

<https://ncn.gov.pl/sites/default/files/listy-rankingowe/2020-09-30apsv2/streszczenia/499212-pl.pdf>

Kierownik projektu:	dr hab. inż. Łukasz Jankowski, prof. IPPT PAN
Źródło finansowania:	Narodowe Centrum Nauki, projekt OPUS 20
Instytucja realizująca:	Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN
Stanowisko:	stypendysta – doktorant
Czas trwania projektu:	48 miesięcy
Termin składania ofert:	20-08-2021
Termin rozstrzygnięcia:	wrzesień 2021

*The idea that we learn by interacting with our environment is probably the first to occur to us when we think about the nature of learning /Sutton & Barto, 2020/*

**Opis projektu:** Celem projektu jest rozwój i weryfikacja *fundamentalnie nowego i dotychczas nierozpoznanego* podejścia do sterownia konstrukcjami:

- Opracowanie, adaptacja i zastosowanie algorytmów maszynowego uczenia ze wzmocnieniem do zagadnień sterowania konstrukcjami.
- Analiza i optymalizacja ich efektywności i odporności w zadaniach półaktywnego, globalnego i zdecentralizowanego tłumienia drgań konstrukcji.
- Weryfikacja efektywności opracowanych metod (numeryczna i eksperymentalna).

**Motywacja:** Aktywne sterowanie konstrukcjami można skrótowo określić jako – potencjalnie niebezpieczne – *przeciwdziałanie siłami zewnętrznymi*. Sterowania półaktywne polegają natomiast na fundamentalnie innej, zainspirowanej przyrodą idei *dynamicznej samo-adaptacji*, tj. energooszczędnej adaptacji lokalnych własności konstrukcji. Układy sterowania konstrukcjami projektuje się zazwyczaj z wykorzystaniem klasycznych technik analitycznych. Takie techniki są efektywne w zagadnieniach aktywnego sterowania konstrukcjami liniowymi. Znacznie trudniej jest je jednak zastosować w wypadku sterowania półaktywnego. Wynika to z istoty półaktywnych aktuatorów, które są energooszczędne i zwykle bezpieczne w razie awarii, ale trudne w efektywnym opisie metodami klasycznymi. Główną motywacją projektu jest potrzeba nowych, efektywnych i odpornych technik półaktywnego sterowania konstrukcjami.

**Metoda:** Uczenie ze wzmocnieniem (RL), nurt uczenia maszynowego, polega na idei uczenia się poprzez bezpośrednią interakcję z otoczeniem. Zastosowanie technik RL umożliwiło ostatnio osiągnięcie niezwykłych wyników: począwszy od nadludzkiego poziomu gry w szachy i Go, poprzez wznoszenie termiczne szybowców i pływanie falowaniem ciała, aż po autonomiczną jazdę samochodów. Dwie cechy algorytmicznej struktury RL (poszukiwanie *metodą prób i błędów* oraz wykorzystanie *opóźnionego wzmocnienia*) sprawiają, że RL doskonale nadaje się do zastosowania w trudnych problemach sterowania konstrukcjami. RL w tym obszarze jest jednak w dużym stopniu ignorowane! Dotychczas opublikowano zaledwie kilka prac, które – choć pionierskie – są ograniczone i dotyczą sterowania aktywnego oraz relatywnie prostych konstrukcji lub architektur RL. Celem projektu jest wypełnienie tej luki.

**Badania:** Zamiast projektować algorytmy sterowania wprost, wykorzystamy techniki RL do autonomicznej nauki algorytmów metodą prób i błędów, poprzez wielokrotną interakcję z symulowanymi środowiskami wirtualnymi. Podstawowe narzędzia zbudujemy zaczynając od prostych konstrukcji i celów sterowania. Następnie rozważymy zdecentralizowane sterowanie konstrukcjami modułarnymi i uogólnimy algorytmy tak, aby były skuteczne w różnych geometrycznych konfiguracjach modułów oraz wykorzystywały czujniki jedynie ze swojego najbliższego otoczenia. Doprowadzi to do sterowanych konstrukcji modułarnych „plug-and-play”. Dalszym celem będzie opracowanie sterowania na tyle odpornego na błędy, by być stosowalne do konstrukcji rzeczywistych. W trakcie badań dostosujemy, zaproponujemy i wykorzystamy szereg koncepcji: uczenie i sterowanie zespołowe, architekturę typu „actor-critic” itp. Efektywność algorytmów zostanie oceniona numerycznie i eksperymentalnie oraz porównana do wybranych algorytmów klasycznych.

**Spodziewane efekty:** Drgania konstrukcji to problem powszechny. Projekt przyczyni się do rozwoju efektywnych, lekkich i bezpiecznych konstrukcji poprzez opracowanie odpornych algorytmów energooszczędnego sterowania półaktywnego. W szczególności opracujemy

- Nowe techniki RL uczące się odpornych algorytmów sterowania, stosowalnych globalnie i lokalnie do złożonych konstrukcji, w tym konstrukcji modularnych.
- Nowe algorytmy półaktywnego sterowania konstrukcjami.
- Specyficzne techniki RL promujące uogólnione, odporne algorytmy sterowania (uczenie i sterowanie zespołowe).

Spodziewamy się osiągnąć wartościowe i oryginalne wyniki publikowalne w najlepszych światowych czasopismach naukowych w obszarze mechaniki konstrukcji, konstrukcji inteligentnych i informatyki.

#### **Zadania Doktoranta:**

Aktywny udział w pracach badawczych prowadzonych w ramach projektu, w tym teoretycznych (nowe architektury RL), numerycznych (modele konstrukcji; implementacja, testy i optymalizacja algorytmów) i eksperymentalnych (dostosowanie algorytmów i implementacja na platformie cRIO/FPGA, badania laboratoryjne). Przygotowanie publikacji oraz prezentacja wyników na konferencjach naukowych.

#### **Oczekiwania:**

- Przygotowywane magisterium lub stopień zawodowy magistra (preferowane kierunki to mechanika, informatyka, fizyka, automatyka i robotyka, mechatronika, budownictwo, matematyka).
- Umiejętność programowania komputerowego.
- Wskazana znajomość technik uczenia maszynowego.
- Wskazana znajomość podstaw mechaniki konstrukcji i metody elementów skończonych.
- Dobre wyniki uzyskane na studiach oraz motywacja do pracy badawczej.
- Dobra znajomość języka angielskiego w mowie i piśmie.
- W czasie realizacji projektu uczestnictwo w Szkole Doktorskiej.
- Spełnienie wymogów określonych w „Regulaminie przyznawania stypendiów naukowych NCN w projektach badawczych finansowanych ze środków Narodowego Centrum Nauki” (Załącznik do uchwały Rady NCN nr 25/2019 z dnia 14 marca 2019 r.)

#### **Warunki zatrudnienia:**

- Forma zatrudnienia: stypendium.
- Budżet przewidziany na stypendium z projektu NCN: do 5000 zł / miesiąc oraz możliwość uzyskania stypendium doktoranckiego jako doktorant Szkoły Doktorskiej.

Rekrutacja jest prowadzona zgodnie z „Regulaminem przyznawania stypendiów naukowych NCN w projektach badawczych finansowanych ze środków Narodowego Centrum Nauki” (Załącznik do uchwały Rady NCN nr 25/2019 z dnia 14 marca 2019 r.):

[https://ncn.gov.pl/sites/default/files/pliki/uchwaly-rady/2019/uchwala25\\_2019-za1.pdf](https://ncn.gov.pl/sites/default/files/pliki/uchwaly-rady/2019/uchwala25_2019-za1.pdf)

W celu spełnienia warunków określonych w Regulaminie NCN, w przypadku osób nie posiadających statusu doktoranta, rekrutacja będzie obejmować egzaminy wstępne do Szkoły Doktorskiej (terminy egzaminów: czerwiec/lipiec 2021 oraz wrzesień 2021).

#### **Przystępując do konkursu należy dostarczyć:**

1. list motywacyjny w języku angielskim
2. życiorys naukowy z wykazem ew. publikacji, raportów i/lub innych osiągnięć
3. odpis dyplomu magisterskiego lub oświadczenie o stopniu zaawansowania pracy magisterskiej
4. oświadczenie o treści:

„Wyrażam zgodę na przetwarzanie danych osobowych zawartych w mojej ofercie pracy na potrzeby niezbędne do przeprowadzenia procesu rekrutacji prowadzonego przez IPPT PAN z siedzibą w Warszawie, ul. A. Pawińskiego 5B, zgodnie z art. 13 ust. 1 i 2 rozporządzenia (UE) 2016/679 Parlamentu i Rady z dnia 27 kwietnia 2016 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w zakresie przetwarzania danych osobowych i swobodnego przepływu tych danych oraz uchylenia dyrektywy 95/46 / WE (RODO).”

Zgłoszenia i ewentualne pytania prosimy kierować elektronicznie na adres:

Łukasz Jankowski, e-mail: [ljank@ippt.pan.pl](mailto:ljank@ippt.pan.pl).