

Autoreferat

(opis dorobku i osiągnięć naukowych, określonych w art. 16 ust. 2 ustawy)

wersja polska

dr inż. Marek Słoński

Załącznik do Wniosku
z dnia 27.04.2015

o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego
w dziedzinie nauki techniczne, w dyscyplinie budownictwo

1. Imię i Nazwisko: Marek Słoiński, ur. 21.02.1969 w Krakowie

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/artystyczne z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej:

2001 STOPIEŃ DOKTORA NAUK TECHNICZNYCH

Tytuł rozprawy: Zastosowanie modelowania rozmytego w programowaniu systemów zbiorników wodnych małej retencji w zlewniach górskich

Promotor: dr hab. inż. Jerzy Szczęsny, Prof. PK

Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Środowiska

1999 Dyplom ukończenia 3-semestralnych studiów podyplomowych „Informatyka Stosowana”, Uniwersytet Jagielloński, Instytut Informatyki

1994 MAGISTER INŻYNIER BUDOWNICTWA

Tytuł pracy: Pewne przypadki optymalnego kształtowania belek i łuków

Promotor: Prof. dr hab. inż. Leszek Mikulski

Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:

Aktualne miejsce zatrudnienia:

Instytut Technologii Informatycznych w Inżynierii Lądowej

Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej

ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

Historia zatrudnienia:

- od 10.2001 do dzisiaj

ADIUNKT na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej

w Instytucie Technologii Informatycznych w Inżynierii Lądowej

- od 10.1998 do 10.2001

ASYSTENT na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej

w Instytucie Metod Komputerowych w Inżynierii Lądowej

- od 03.1994 do 09.1998

DOKTORANT na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej

3.1. Informacje o pełnionych funkcjach

Od września 2012 roku pełnię funkcję członka Wydziałowej Komisji Dydaktyki na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki:

Moje osiągnięcie naukowe w rozumieniu Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 z późniejszymi zmianami, art. 16 pkt. 2. stanowi autorska monografia naukowa:

Marek Słóński, Bayesian machine learning in analysis of selected identification problems of mechanics of materials and structures, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, monografia nr 473, seria Inżynieria Lądowa, ISSN 0860-097X, ss. 1-146, Kraków 2014. Recenzenci wydawniczy: dr hab. inż. Bartosz Miller, prof. PRz i prof. dr hab. inż. Krystyna Kuźniar.

4.1. Omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Opublikowana monografia została przygotowana na podstawie wyników badań własnych zrealizowanych po uzyskaniu stopnia doktora oraz na podstawie studiów dostępnej literatury przedmiotu. Monografia obejmuje 146 stron i składa się ze spisu treści, listy oznaczeń i akronimów, 6 rozdziałów (w tym rozdział wstępny i końcowy), spisu cytowanej literatury, listy 63 rysunków, listy 15 tabel oraz streszczeń w języku angielskim, niemieckim i polskim. Spis literatury obejmuje łącznie 153 publikacje, głównie w języku angielskim (w tym 11 publikacji autorskich oraz 5 współautorskich).

Omawiana monografia naukowa stanowi syntetyczny opis oraz podsumowanie prowadzonych przeze mnie prac badawczych realizowanych w latach 2003-2014 po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych. Zasadniczym celem naukowym tych prac była kompleksowa analiza przydatności aktualnie rozwijanych na świecie nowoczesnych metod bayesowskiego uczenia maszynowego (m.in. sztucznych sieci neuronowych, mieszanin rozkładów Gaussa oraz filtrów cząsteczkowych) w rozwiązywaniu wybranych problemów identyfikacji z zakresu mechaniki materiałów i konstrukcji budowlanych. Dodatkowym celem powstania tej publikacji było zaprezentowanie aktualnego stanu wiedzy w rozpatrywanym zakresie środowiskom naukowemu i inżynierskim zainteresowanym rozwijaniem zastosowań tych metod. Publikacja ta stanowi zatem nie tylko podsumowanie mojego dorobku naukowo-badawczego w zakresie zastosowań metod bayesowskiego uczenia maszynowego w budownictwie, ale prezentuje również światowe osiągnięcia w tej dziedzinie poprzez omówienie i cytowanie wybranych najważniejszych prac z tego zakresu.

W omawianej pracy w szczególności skupiono uwagę na tych problemach identyfikacji, które mogą być formułowane jako zadania uczenia nadzorowanego, uczenia nienadzorowanego oraz jako zadania estymacji stanu. W obrębie uczenia nadzorowanego zajęto się wybranymi zadaniami regresji (aproksymacji funkcji) oraz zadaniami klasyfikacji. Jako zadanie regresji potraktowano problem predykcji właściwości mechanicznych próbek betonowych na podstawie wybranych parametrów ilościowych i jakościowych. Jako zadania klasyfikacji potraktowano problemy identyfikacji uszkodzeń konstrukcji. W szczególności zadanie wykrywania (detekcji) uszkodzeń sformułowano jako zadanie klasyfikacji jednoklasowej, które zalicza się również do zadań uczenia nienadzorowanego. Natomiast zadanie lokalizacji uszkodzeń potraktowano jako zadanie klasyfikacji wieloklasowej. W pracy zajęto się również analizą przydatności metod estymacji stanu (identyfikacji sekwencyjnej) do estymacji parametrów sprężystych materiałów na bieżąco.

W szczególności zakres poszczególnych rozdziałów omawianej monografii jest następujący. W rozdziale pierwszym przedstawiono obszerne wprowadzenie do tematyki rozprawy, dokonano wyczerpującego przeglądu literatury dotyczącej rozpatrywanych w monografii zagadnień, sformułowano cele pracy oraz omówiono szczegółowo zakres pracy. Rozdział drugi zawiera zarys podstaw teoretycznych wnioskowania bayesowskiego w kontekście metod uczenia maszynowego oraz prosty przykład ilustrujący wprowadzone pojęcia. Początkowa część tego rozdziału prezentuje

definicję oraz podział metod uczenia maszynowego. W tej części rozdziału przedstawiono też w zarysie wybrane zastosowania uczenia maszynowego do rozwiązywania zadań uczenia nadzorowanego takich jak zadania regresji i zadania klasyfikacji oraz do rozwiązywania zadań uczenia nienadzorowanego. W drugiej części rozdziału skupiono uwagę na podstawowych regułach rachunku prawdopodobieństwa takich jak reguła sumy, reguła iloczynu oraz twierdzenie Bayesa. W dalszej części tego rozdziału przedstawiono szczegółowo wnioskowanie bayesowskie na przykładzie zastosowania modelu liniowego do rozwiązywania zadania regresji.

W rozdziale trzecim pracy przedstawiono zastosowanie wybranych nieliniowych modeli regresyjnych - bayesowskich sieci neuronowych i procesów gaussowskich - w zadaniach identyfikacji własności betonów. Skupiono uwagę na dwóch zadaniach: identyfikacji trwałości zmęczeniowej betonów zwykłych oraz identyfikacji wytrzymałości na ściskanie betonów wysokiej wytrzymałości. Rozdział czwarty dotyczy zagadnień związanych z identyfikacją uszkodzeń konstrukcji. W początkowej części rozdziału przedstawiono sformułowanie problemu z podziałem na podstawowe kroki algorytmu identyfikacji uszkodzeń. W szczególności skupiono się na dwóch pierwszych krokach algorytmu obejmujących wykrywanie uszkodzeń oraz klasyfikację typu uszkodzenia. W dalszej części rozdziału zajęto się rozwiązaniem problemu identyfikacji uszkodzeń w laboratoryjnej ramie przestrzennej. W pierwszej kolejności rozwiązywano zadanie wykrywania uszkodzeń z wykorzystaniem mieszaniny rozkładów Gaussa. W drugim kroku zajęto się klasyfikacją typu uszkodzenia z wykorzystaniem wybranych klasyfikatorów takich jak zespół mieszanin rozkładów Gaussa, uogólniony model liniowy oraz maszyna wektorów istotnych.

W rozdziale piątym pracy zajęto się wybranymi problemami identyfikacji sekwencyjnej (na bieżąco) w kontekście estymacji parametrów sprężystych materiałów izotropowych. W pierwszej części rozdziału przedstawiono sformułowanie problemu w formie zadania filtrowania, w którym zastosowano podejście oparte na bayesowskiej estymacji stanu w układach dynamicznych. W dalszej części rozdziału opisano w skrócie dwie metody wnioskowania bayesowskiego wykorzystywane do rozwiązywania zadań filtrowania. Pierwsza metoda jest oparta na liniowym filtrze Kalmana. Druga metoda wykorzystuje filtry cząsteczkowe. Zasadniczą część rozdziału piątego dotyczy rozwiązywania dwóch problemów identyfikacji sekwencyjnej. Pierwszy problem obejmuje estymację modułu Younga w laboratoryjnej ramie aluminiowej z wykorzystaniem obu metod filtrowania oraz metody elementów skończonych i metody korelacji obrazów cyfrowych. Drugi problem dotyczy identyfikacji sekwencyjnej parametrów sprężystości dla cienkich płytek aluminiowych z zastosowaniem fal Lamba, krzywych dyspersji oraz filtrów cząsteczkowych.

Rozdział szósty zawiera obszerne podsumowanie monografii. W szczególności, rozdział ten obejmuje omówienie najważniejszych wniosków wyprowadzonych na podstawie przeprowadzonych analiz oraz proponowane kierunki dalszych badań wynikające z uzyskanych dotychczas wyników.

Podsumowując, monografia stanowi podsumowanie mojej wieloletniej działalności badawczej. Do istotnych i oryginalnych elementów pracy, które stanowią mój wkład w rozwój dyscypliny naukowej budownictwo zaliczam:

1. Wykazanie istotnej poprawy w zakresie przewidywania parametrów jakościowych próbek betonowych wykonanych z betonów zwykłych (przewidywano trwałość próbek) oraz próbek betonowych wykonanych z betonów wysokowartościowych (przewidywano wytrzymałość na ściskanie) za pomocą różnych typów Bayesowskich sztucznych sieci neuronowych oraz procesów Gaussowskich w porównaniu ze standardowymi sztucznymi sieciami neuronowymi.
2. Wykazanie przydatności metod uczenia maszynowego takich jak mieszaniny rozkładów Gaussa oraz maszyny wektorów istotnych do rozwiązywania problemów z zakresu oceny stanu technicznego obiektów budowlanych formułowanych jako zadania wykrywania i lokalizacji uszkodzeń.
3. Wykazanie przydatności nowego probabilistycznego podejścia do estymacji na bieżąco stałych materiałowych (parametry sprężystości) za pomocą Bayesowskich metod estymacji stanu

(filtrowanie cząsteczkowe) na podstawie danych pomiarowych otrzymanych za pomocą symulacji metodą elementów skończonych oraz w warunkach laboratoryjnych (moduł Younga dla aluminiowej ramki oraz moduł Younga i współczynnik Poissona dla cienkich płytek aluminiowych).

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Moja działalność naukowo-badawcza związana jest przede wszystkim z rozwijaniem zastosowań metod inteligencji obliczeniowej, w szczególności miękkich metod obliczeniowych i metod Bayesowskiego uczenia maszynowego, w zagadnieniach identyfikacji dotyczących mechaniki materiałów i konstrukcji budowlanych.

Początkowo, w latach 1994-2002, zajmowałem się analizą przydatności wnioskowania rozmytego w zagadnieniach inżynierii wodnej, w szczególności zagadnieniami optymalizacji systemów małych zbiorników retencyjnych w zlewniach górskich (tematyka rozprawy doktorskiej). Ponadto w tym okresie badałem przydatność rozmytych sztucznych sieci neuronowych w rozwiązywaniu różnych zadań regresji nieliniowej z zakresu mechaniki materiałów i konstrukcji. Stosowałem rozmyte sieci neuronowe m.in. do predykcji trwałości próbek betonowych wykonanych z betonu zwykłego oraz szczelności korpusów zapór wodnych. Badania te były częściowo finansowane ze środków stypendium naukowego w ramach Subsydium Profesorskiego Fundacji Nauki Polskiej.

W tym okresie prace nad zastosowaniami wnioskowania rozmytego w inżynierii lądowej i wodnej były dość powszechne w ośrodkach badawczych w Polsce i zagranicą a możliwości rozwoju oryginalnych prac badawczych w tym obszarze były raczej ograniczone. W związku z tym podjąłem decyzję o częściowej zmianie zainteresowań badawczych.

W latach 2003-2009 moje zainteresowania badawcze były ukierunkowane na rozwijanie zastosowań wnioskowania Bayesowskiego do poprawy działania sztucznych sieci neuronowych w wybranych zagadnieniach identyfikacji z obszaru mechaniki materiałów i konstrukcji budowlanych. W tym okresie realizowałem badania dotyczące analizy przydatności Bayesowskich sztucznych sieci neuronowych do przewidywania wybranych parametrów mechanicznych betonów, np. wytrzymałości na ściskanie betonów wysokowartościowych. Ponadto, w tych samych zagadnieniach regresyjnych, oceniałem możliwości zastosowania zaawansowanych metod statystycznych znanych pod nazwą metod kernelowych (jądrowych), w tym w szczególności procesów Gaussowskich. Badania te były częściowo finansowane ze środków projektu badawczego własnego, który otrzymałem z MNiSW w roku 2007.

W kolejnych latach mojej pracy naukowej programy badawcze, które realizowałem dotyczyły zagadnień związanych z analizą przydatności metod uczenia maszynowego do oceny stanu technicznego konstrukcji. W szczególności analizowałem przydatność metod uczenia nienadzorowanego takich jak mieszaniny rozkładów normalnych do wykrywania i klasyfikacji uszkodzeń w konstrukcjach stalowych. Badania w tym zakresie były częściowo finansowane ze środków projektu badawczego habilitacyjnego, który otrzymałem z MNiSW na lata 2010-2012.

W ostatnich latach, zajmowałem się też zastosowaniami Bayesowskich metod estymacji stanu w zagadnieniach identyfikacji parametrycznej stałych sprężystości materiałów z wykorzystaniem filtrów cząsteczkowych i filtrów Kalmana na podstawie pomiarów przemieszczeń konstrukcji otrzymanych za pomocą metod wizji komputerowej (metoda korelacji obrazów cyfrowych) lub fal Lamba propagujących w cienkich płytach izotropowych i anizotropowych. Badania dotyczące zastosowań fal Lamba i filtrów cząsteczkowych były częściowo dofinansowane ze środków projektu badawczego Opus Narodowego Centrum Nauki, w którym uczestniczyłem w ostatnich trzech latach jako wykonawca.

Szczegółowy wykaz osiągnięć naukowych wraz z listą opublikowanych prac badawczych, parametrami bibliometrycznymi dorobku znajduję się w dołączonym do wniosku załączniku.