

Prof. zw. dr hab. inż. Andrzej Maślowski
Instytut Robotyki
Politechniki Białostockiej

"IDENTYFIKACJA STANU OTOCZENIA ZROBOTYZOWANYCH UKŁADÓW
MOBILNYCH"

Projekt badawczy KBN nr. 302299101

Jednym z ważnych obecnie wymagań przy projektowaniu czy sterowaniu układów mobilnych, szczególnie układów zrobotyzowanych, zarówno dyskretnych jak i ciągłych, jest dysponowanie adekwatnym modelem matematycznym układu i jego otoczenia. W większości zastosowań praktycznych na przestrzeni ostatnich lat pojawiło się nowe zagadnienie identyfikacji stanu otoczenia układu w warunkach niepełnej o nim informacji. Problem taki występuje wówczas, gdy na skutek zbyt skomplikowanego zjawiska fizycznego, obecności zewnętrznych i wewnętrznych zakłóceń układu, błędów technik lub niedokładności przyrządów pomiarowych, nie można w sposób ściśle analityczny opisać stanu otoczenia układu mobilnego.

Wiele prac poświęcono opracowaniu teoretycznych podstaw określenia stanu układu w warunkach niepełnej informacji [1] + [5], w oparciu o model matematyczny dynamiki i obserwacji, zarówno opisany deterministycznie jak i stochastycznie. Istotnym założeniem opracowanych dotychczas teorii było ograniczenie rozpatrywanych klas modeli matematycznych układów przestrzenno-czasowych do grupy modeli o niezbyt skomplikowanych charakterystykach statystycznych. Także wyznaczenie nawet niezbędnych charakterystyk statystycznych niektórych złożonych procesów przypadkowych jest niemożliwe z teoretycznego lub praktycznego punktu widzenia.

W projekcie badawczym opracowano podstawy algorytmów i procedur komputerowo wspomaganey identyfikacji stanu otoczenia układów mobilnych w warunkach niepełnej informacji, przy wykorzystaniu deterministycznego modelu matematycznego dynamiki zmian przestrzenno-czasowych otoczenia i obserwacji, oraz przyjętego wskaźnika jakości identyfikacji. Niepełna informacja o stanie układu jest specyfikowana przez odpowiednio

zdefiniowane wektory niepełnego opisu matematycznego dynamiki i obserwacji, które mogą zawierać w sobie również zakłócenia oddziałujące na układ lub jego otoczenie. Cechą charakterystyczną jest przy tym to, że nie wymaga się wstępnych założeń odnośnie do statystyki charakteryzującej dany układ lub wpływ otoczenia [6]+[9].

Przeanalizowano rozwiązanie problemu oszacowania stanu otoczenia rozważanej klasy układów metodami przybliżonymi, opartymi na technice elementów skończonych, różnic skończonych i wielopoziomowej optymalizacji [10] + [15]. Istotnym z punktu widzenia zastosowań praktycznych było rozważenie dyskretnej obserwacji zachowania się układu w skończonej liczbie punktów pomiarowych w obszarze przestrzenno-czasowym. Taki sposób obserwacji jest charakterystyczny przy wykorzystaniu komputera w układzie on-line bądź off-line do realizacji algorytmu identyfikacji, przy zastosowaniu inteligentnych układów sterowania.

Przedstawiona metodyka identyfikacji stanu otoczenia układów mechanicznych mobilnych w warunkach niepełnej informacji charakteryzuje się dwiema własnościami. Po pierwsze, zakłada się przeprowadzenie identyfikacji stanu tylko na podstawie zbioru wielkości obserwowanych, danych wektorem pomiarowym, bez potrzeby specjalnego oddziaływania na otoczenie. Pozwala to na przeprowadzenie eksperymentu w warunkach niezakłóconego przebiegu zmian dynamicznych przestrzenno-czasowych w otoczeniu układu. Także, z założenia, nie będzie wymagana znajomość danych statystycznych o ewentualnym oddziaływaniu otoczenia na układ lub jego obserwację, co jest szczególnie ważne gdy np. można uzyskać tylko jednokrotną obserwację układu.

W projekcie opracowano [22] podstawy algorytmów i procedur komputerowej identyfikacji stanu ukierunkowane na zastosowania w oszacowaniu stanu otoczenia szerokiej klasy układów mobilnych, szczególnie w ich przestrzeni roboczej z przeszkodami, przy występujących procesach trudnych do diagnozowania tradycyjnymi metodami [16] + [20]. Utylitarnym celem projektu było przygotowanie podstaw do projektowania elementów systemu inteligentnej adaptacji do warunków pracy różnego rodzaju zrobotyzowanych układów mobilnych, takich jak maszyny rozpoznające, roboty inspekcyjne, pojazdy autonomiczne itp. [21].

Literatura cytowana

- [1] IFIP Working Conference on Distributed Parameter Systems Modelling and Identification, Rome, Italy, June 21-24, 1976.
- [2] Philipson G.A., Identification of Distributed Systems, American Elsevier, Publishing Company Inc., New York 1971.
- [3] Paraskevopoulos P.N., Bounas A.C., Distributed Parameter System Identification via Walsh Function, Int. J. System Sci., vol. 9, No. 1, 1978.
- [4] Ray W.H., Lainiotis D.G., Eds, Identification and Control of Distributed Parameter Systems, Dekker, New York 1978.
- [5] Richter G., Numerical Identification of a Spatially Varying Diffusion Coefficients, Raport Rutgers University, Dept. of Computer Sciences, 1980.
- [6] Masłowski A., Theoretical State Identification Method for Space-Time Systems, Scientific Papers of Technical University of Białystok, Ser. Math., Phys., Chem., No. 4, 1978.
- [7] Masłowski A., Optimal Estimation of Linear Space-Time Dynamic Systems. Theory, Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. techn. vol. XXI, No. 7-8, 1973.
- [8] Masłowski A., Optimal Estimation of Linear Space-Time Dynamic Systems. Applications, Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. techn. vol. XXI, No. 7-8, 1973.
- [9] Masłowski A., On Identification of Systems with Space-Distributed Parameters, Engineering Transactions of Polish Academy of Sciences, vol. 23, No. 4, 1975.
- [10] Masłowski A., Optimal Estimation of Nonlinear Space-Time Dynamical Systems Using Multilevel Optimization, Nonlinear Vibration Problems, vol. 17, 1976.
- [11] Masłowski A., State Estimation for Dynamic Systems with Space-Distributed Parameters, IV Symposium IFAC of Identification and System Parameter Estimation, Tbilisi, USSR, 1976.
- [12] Masłowski A., On Sequential Identification for Space-Time Dynamic Systems via Finite Elements and Invariant Imbedding, Nonlinear Vibration Problems, vol. 10, 1979.

- [13] Maślowski A., Finite Elements Concept in State Identification of Large Scale Distributed Parameters Systems, IFIP Working Conference on Modelling and Simulation of Land, Air and Water Resources Systems, Ghent, Belgium, 1977 (North-Holland Publishing Company, 1978, Vansteenkiste. Ed.).
- [14] Maślowski A., Finite Elements Approximation and Multilevel Optimization in the State Identification of Large Scale Linear Space-Distributed Systems, IFIP TC-7 Working Conference on Modelling and Optimization of Complex Systems, Novosibirsk, USSR, 1978 (Springer-Verlag, 1979, Marchuk, ed.).
- [15] Maślowski A., Polyoptimization in State Identification Problems of Space-Time Distributed Environmental Systems, IFIP Working Conference on Simulation and Environment, Bangor, Gwynedd, United Kingdom, 1979.
- [16] Snyder W.E., Industrial Robots: Computer Interfacing and Control, Prentice Hall International, Inc, 1985.
- [17] Popov E., Ed., Modern Robot Engineering, MIR Publishers, Moscow, 1982.
- [18] Popov E., Red., Robototiechnika, Maszynostrojenije, Moskwa, 1984.
- [19] Timofiejew A.W., Roboty i iskusstwienyj intieliekt, Nauka, Moskwa, 1978.
- [20] Fomin W.N., Fradkow A.T., Jakubowicz W.A., Adaptiwnoje uprawlienije dinamiczeskimi objektami, Nauka, Moskwa, 1981.
- [21] A.Maślowski, Method of Hazardous Environment State Identification for Robots, Int. Conf. ISMCR'92; November 15-19, 1992; Tsukuba, Japan, publikowane w: Proceedeings of the Second International Symposium on Measurement and Control in Robotics, November 15-19, 1992; AIST Tsukuba Research Center, Tsukuba Science City, Japan, pp. 457-462.
- [22] A.Maślowski, Application of Finite Element Theory in State Estimation od Space-Time Distributed Systems, Zeszyty Naukowe PB, Nauki Techniczne Nr 88, Mechanika z.11, 1992, str. 1-11.