

WOJCIECH LISOWSKI

Wybrane problemy automatyzacji eksperymentalnej analizy modalnej

Streszczenie

Eksperymentalna analiza modalna (EAM) jest powszechnie stosowaną techniką badawczą służącą do analizy dynamiki układów mechanicznych. Różnorodność opisanych w literaturze technik prowadzenia eksperymentu i algorytmów estymacji parametrów modalnych oraz dostępnych handlowo urządzeń pomiarowych i oprogramowania powoduje, że EAM jest szeroko stosowana zarówno w badaniach naukowych, jak i w praktyce przemysłowej. Obecnie wyzwaniem dla inżyniera badacza jest nie tyle samo przeprowadzenie badań modalnych, co uzyskanie pożądanej efektywności procedury identyfikacji przy zapewnieniu odpowiedniego stopnia obiektywności i wiarygodności zidentyfikowanego modelu modalnego. Aby sprostać temu wyzwaniu, konieczne jest ciągle doskonalenie metodyki i narzędzi komputerowego wspomaganie prac inżynierskich w zakresie EAM. Niniejsza monografia stanowi wkład autora w ten proces doskonalenia.

Rozważania na temat automatyzacji EAM autor rozpoczął od analizy przebiegu procedury EAM prowadzącej do wskazania jej części, w których obecny poziom automatyzacji można uznać za niewystarczający z punktu widzenia zapewnienia odpowiedniego poziomu efektywności prowadzenia analizy oraz obiektywności jej wyników. Autor opisał stosowane w przypadku identyfikacji układów narzędzia służące do tworzenia procedur automatycznych. Szczególną uwagę zwrócił na procedury oceny stanowiące podstawę automatyzacji podejmowania decyzji w trakcie realizacji etapów EAM oraz między poszczególnymi jej etapami. Do oceny zostały użyte przede wszystkim algorytmy heurystyczne wykorzystujące wnioskowanie rozmyte, sztuczne sieci neuronowe lub porównanie z wartościami progowymi. Autor przedstawił sformułowaną przez siebie metodykę automatyzacji EAM. Efektywne zastosowanie tej metodyki jest możliwe dzięki sformułowaniu odpowiednich algorytmów i procedur, których przykłady zostały przedstawione w pracy. Zakres rozważanych zagadnień objął realizację eksperymentu modalnego (ocena doboru punktów pomiarowych, realizacja eksperymentów częściowych, ocena jakości danych) oraz estymację parametrów modalnych (planowanie zbioru procedur estymacji, analiza diagramu stabilizacyjnego, konsolidacja modelu modalnego). Rozważane w pracy problemy automatyzacji zostały zilustrowane przykładami wyników zastosowania opracowanych procedur. Szerzej zostały omówione procedury: śledzenia postaci drgań własnych z wykorzystaniem wzorca oraz analizy rozkładu amplitud drgań.

WOJCIECH LISOWSKI

Selected Problems of Automation of Procedures of Experimental Modal Analysis

Summary

Experimental Modal Analysis (EMA) is a commonly used experimental technique of investigation of mechanical systems' dynamics. A great variety of reported ways of performing of modal experiment and modal parameter estimation as well as measuring equipment and software packages available on the market causes that EMA is being widely applied in scientific research and industrial practice. Currently, a real challenge to a testing engineer is not the modal test itself, but rather obtaining of expected effectiveness of the model identification procedure accompanied by appropriate objectivity and confidence of the achieved results. In order to face this challenge it is necessary to improve continuously methodology and software tools of computer aided engineering dealing with EMA. This monograph is a contribution of the author to such an improvement process.

The author started investigation on automation of EMA with analysis of the progress of EAM procedure, that led to indication of its parts for which the current level of algorithmization might be considered unsatisfactory to assure an appropriate level of effectiveness of the EMA procedure and its results' objectivity. The author discussed tools applicable to automation of system identification procedures. Special attention was paid to assessment procedures that give the base for automation of decision making during realisation of the subsequent stages of EMA procedure as well as between these stages. For the assessment most of all the heuristic type of algorithms were used that apply: fuzzy reasoning, artificial neural networks or comparison with threshold values. The author presented his methodology of EMA procedure automation. Effective application of this methodology requires usage of appropriately formulated algorithms and procedures. Examples of such the algorithms and procedures were described in this monograph. The scope of the investigation comprised problems of modal experiment run (assessment of selection of measuring points, run of partial experiments, assessment of experimental data quality) as well as problems of parameter estimation procedure run (planning of sequence of parameter estimation procedures, the stabilization diagram processing, modal model consolidation). The considered problems of EMA automation were illustrated by examples of application of the formulated procedures. A procedure of a mode shape tracking that uses automatic parameter estimation procedure and the reference mode shape as well as a procedure of vibration amplitude distribution analysis were presented in a more comprehensive way.