

РЕЗЮМЕ РОБОТИ

«Конструктивні методи керування рухом та оптимізації суттєво нелінійних динамічних систем з нестационарними зворотними зв'язками» (фізико-математичні науки)

Автор: старший науковий співробітник Інституту прикладної математики і механіки НАН України, кандидат фізико-математичних наук В.В. Грушковська

Головною метою роботи є створення інноваційних конструктивних підходів до розв'язання низки сучасних задач теорії керування рухом, а також ефективних методів дослідження якісних властивостей траєкторій суттєво нелінійних динамічних систем. Одним із основних результатів роботи є новий універсальний метод стабілізації та планування руху неголономних систем на основі апроксимації градієнтних потоків породжуваних потенціальних функцій. У залежності від типу задачі та класу систем, що досліджуються, побудовано градієнтні та безградієнтні алгоритми керування. Для градієнтних алгоритмів побудовано нові функції керування, які залежать від похідних потенціальної функції та параметрів системи. На відміну від попередніх результатів отримано явні досить прості вирази функцій зворотного зв'язку, а запропонований підхід застосовано до загальних класів неголономних систем і широкого кола задач керування, зокрема задач стабілізації, планування руху з уникненням перешкод, відстеження заданої траєкторії. Також у роботі запропоновано новий метод побудови безградієнтних керувань, які використовують лише значення потенціальної функції і можуть бути застосовані у випадках, коли її аналітичний вираз та математична модель системи є повністю або частково невідомими, зокрема в задачах динамічної оптимізації або слідування за ціллю, траєкторія якої невідома. Отриманий метод узагальнює низку відомих результатів та дозволяє будувати нові керування з важливими для практичного застосування властивостями. У роботі також представлено нові умови асимптотичної стійкості та стабілізованості за частиною змінних для декількох класів суттєво нелінійних та неавтономних систем.

Отримані наукові результати є вагомим внеском у математичну теорію керування та стійкості руху і становлять інтерес для науковців із суміжних областей. У перспективі розроблені алгоритми керування мають потенціал для впровадження в системи комп'ютерного керування рухом автономних мобільних роботів, маніпуляторів, коливальних механічних систем з частковою дисипацією та інших робототехнічних систем у різних галузях промисловості.

Кількість публікацій: 32, у т.ч. 23 статті (15 статей у міжнародних виданнях, що входять до баз даних Scopus і Web of Science). Загальна кількість посилань: 220 згідно бази даних Google Scholar та 103 згідно бази даних Scopus. Результати роботи доповідалися на багатьох міжнародних наукових конференціях та обговорювалися у провідних вітчизняних та зарубіжних наукових установах.

Старший науковий співробітник
Інституту прикладної математики

і механіки НАН України,
кандидат фіз.-мат. наук

Вікторія ГРУШКОВСЬКА

SUMMARY

Constructive methods of control and optimization of essentially nonlinear dynamical systems with non-stationary feedback laws

(Physical and Mathematical sciences)

Author: V.V. Grushkovska, senior researcher at the Institute of Applied Mathematics and Mechanics of the NAS of Ukraine, Ph.D. (candidate of Physical and Mathematical sciences)

The main goal of this work is the development of innovative constructive approaches for the solution of several modern problem of control theory, as well as effective methods for studying the qualitative properties of trajectories of essentially nonlinear dynamical systems. One of the main results of the work is the novel general method for stabilization and motion planning of nonholonomic systems based on the approximation of gradient flows of generating potential functions. Depending on the type of problem and the considered class of systems, gradient-based and gradient-free control algorithms are obtained. For the gradient-based algorithms, new control functions dependent on the derivatives of the potential function and system parameters are constructed. Unlike previous results, explicit and rather simple expressions of feedback functions are obtained, and the proposed approach is applied to general classes of non-holonomic systems and a wide range of control problems, including stabilization, obstacle avoidance planning, trajectory tracking problems. The work also presents the novel gradient-free control design method that exploits only the values of the potential function and can be used in cases where its analytical expression and mathematical model of the system are completely or partially unknown, in particular, in the problems of dynamic optimization or tracking a target with unknown trajectory. The proposed method generalizes a number of known results and allows to construct new controls with practically important properties. The work also presents novel asymptotic stability and partial stabilizability conditions for several classes of essentially nonlinear and non-autonomous systems.

The obtained scientific results make a significant contribution to mathematical control and stability, and are also of interest for scientists in relative research areas. In perspective, the developed control algorithms could be implemented for program control of autonomous mobile robots, manipulators, oscillating mechanical systems with partial dissipation and other robotic systems in various industrial tasks.

Number of publications: 32, including 23 papers (15 papers by international publishers are indexed in the Scopus and Web of Sciences databases). The total citation number of author's publications presented in the work is 220 according to the Google Scholar database and 103 according to the Scopus database. The results of the work were presented at many international scientific conferences and were discussed at leading Ukrainian and foreign scientific institutions.

Senior researcher of the Institute of
Applied Mathematics and Mechanics
of the NAS of Ukraine, Ph.D.

Victoria

GRUSHKOVSKA