Транспорт– Техническая эксплуатация и ремонт

УДК 685.1

Воробйов П.О., Носов П.С.

ФОРМАЛЬНІ ПІДХОДИ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ЗВОРОТНЬОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ПОШКОДЖЕНИХ ПОВЕРХОНЬ КУЗОВУ АВТОМОБІЛЯ

Одеський національний політехнічний університет,
Херсонський політехнічний коледж Херсон,
40 років Жовтня - 23, 73021

Vorobyov P.O., Nosov P.S.

FORMAL APPROACHES IN PROCESS CONTROL PROBLEMS REVERSE DAMAGED SURFACE STRAIN CAR

National the Odessa Polytechnic University,
Kherson Polytechnic College
Kherson, let Oktyabrya 40 - 23, 73021

Анотація: Розглядається застосування методу оптимізації просторово-кутового впливу в задачах зворотної деформації. Для синтезу управління в реальному масштабі часу використовується математична модель руху керованого модуля зворотної деформації, що налаштовується по результатам мінімаксної ідентифікації та прогнозу. Показана можливість і обговорюються умови спрощення прогнозуючої моделі.

Ключеві слова: зворотна деформація, управляння, ідентифікація.

Abstract: The application of optimization method spatio-angular influence in inverse problems of deformation. For the synthesis of management in real time using a mathematical model module reverse movement controlled deformation that is configured on the results minimax identification and forecasting. The possibility of simplifying the conditions and discussed predictive models.

Keywords: reverse deformation, management, identification.

Вступ. В даний час при синтезі багатьох систем управління складними динамічними об'єктами в умовах синтезу джерел інформації [1-2], зокрема, модуля зворотної деформації, починають широко використовуватися прогнозуючі моделі, які моделюють майбутній стан об'єкта управління, в окремому випадку зміна форми пошкодженої поверхні.

Однак використання в цих випадках алгоритмів оптимального управління часто зіткаються з проблемою їх високої чутливості до ступеня адекватності прогнозуючої моделі реальної, багатокритеріальної поверхні, що особливо проявляється при нестандартних просторових пошкодженнях поверхонь. В умовах постійного підвищення вимог до якості функціонування систем керування, цю проблему не можна вирішити простим перебором стандартних операцій. В даному аспекті проблеми необхідне обґрунтування критеріїв, за якими для заданих вимог можна було б вибрати оптимальну за потрібними обчислювальними ресурсами, модель управління процесу дефектації кузова.

В даній роботі пропонується один з підходів до вирішення зазначених проблем на базі методу адаптивного управління в умовах невизначеності, та розглядається його застосування до конкретної задачі, орієнтації модуля зворотної деформації (МЗД).

1. Алгоритм адаптивного мінімаксного управління МЗД. Розглянемо в досить загальній постановці задачу керування динамічною системою, що описується системою векторних рівнянь:

$$f(\dot{x}, x, a, u, t) = 0, \quad x(0) = x_0 \tag{1}$$

$$z(t) = g(x, b),$$

Де $x(t) \in R^n$ — вектор, $u(t) \in U \subset R^m$ — вектор управління, $z(t) \in R^p$ — вектор спостереження; *a, b* — матриці параметрів відповідних розмірностей [3]; f_i g — вектор функції; $\dot{x} = dx/dt$.

Кривизна об'єкта, що описується системою (1), відносно відома. Нехай мається його спрощена модель:

$$f_M(\dot{x}_M, x_M, a_M, u, t) = 0, \quad x_M(0) = x_{0M} \tag{2}$$
$$z_M(t) = g_M(x_M, b_M),$$

Де $x_M(t) \in R^{n_1}$ $(n_1 \le n)$. Для елементів матриць $\boldsymbol{a_M}$ і $\boldsymbol{b_M}$ вважаємо заданими багатовимірний закон розподілу ймовірності вектора зворотної деформації. Необхідно перетворити поверхню в заданий стан $\Omega \subset R^{p_1}(p_1 \le p)$ точки $x_k \in \Omega$ з необхідною імовірністю $P \ge 1\text{-}\varepsilon$ - мінімізувавши деякий функціонал *J(x, u, t)*, де ε — наперед задане мале число.

Позначимо через $q \in R^N$, *N*-мірний вектор параметрів моделі, розмірність якого дорівнює загальному числу елементів матриць $\boldsymbol{a}_M$ і $\boldsymbol{b}_M$, тотожно нерівні нулю. Виділимо R^N в область, що є довірчою, Q_N таку, що

$$\int_{Q_N} w_N(q)dq = 1 - \varepsilon, \quad \int_{-\infty}^{l_1} w_1(\tilde{q})d\tilde{q} = \int_{l_2}^{-\infty} w_1(\tilde{q})d\tilde{q} = \varepsilon / 2 \tag{3}$$

де W_N, *N*-мірна густина розподілу параметрів моделі; w_1- одномірна густина розподілу ймовірності в довільному напрямку $\tilde{q}$; l_1, l_2 точки перетину границі Q_N в напрямку прямої $\tilde{q}$.

Зазначимо, що для малих ε і обмеженій області зміни значень кожного параметра, як у розглядуваному випадку, проблема оптимального вибору області [4], що є довірчою зворотної деформації стоїть не надто гостро. Це дає право визначити Q_N за допомогою (3).

Припустимо, $\forall q \in Q_N$, існує

$\hat{u} = \arg\min J(x_M, u, t)$

і відомий алгоритм пошуку $\hat{u}$.

Пропонований алгоритм мінімаксного адаптивного управління зворотного деформацією включає наступні основні етапи. У кожен *i*-й момент τ_i формування чергової програми управління $\overset{*}{u}_i(t)$ серед безлічі комбінацій параметрів моделі пошкодженої поверхні, що породжують на інтервалі спостереження фазові траєкторії зворотної деформації, наближені до реальної траєкторії удару наприклад, в сенсі

$$\left\| z_M(q,u,t) - z(t) \right\| \le \delta \;\; \forall t \in [0, \tau_i], \; \forall q \in Q_{N_i} \tag{5}$$

$$\int\limits_{Q_{N_i}} w_N(q)dq > 0 \;\; \forall \delta > 0 \tag{6}$$

вибираються ті комбінації, які максимізують величину функціоналу *J*. У фазовому просторі $\boldsymbol{R}^{\mathrm{p}}$ на інтервалі прогнозу їм відповідає деяка оболонка що розширюється, всередині якої траєкторії зворотної деформації будуть лежати з ймовірністю $P \ge 1 - \varepsilon$. При цьому Q_{Ni} являє собою область, що є довірчою, уточнену на *i*-му кроці мінімаксної ідентифікації. Дане уточнення можна робити, наприклад, методом моделі що налаштовується засобами автоматизації ремонтної лабораторії. При цьому вибирається центр області $Q_{N_{i-1}}$ (або максимально правдоподібна комбінація) і в просторі $\boldsymbol{R}^N$ поступово визначається напрямок, уздовж якого при дотриманні умови (5) найбільш висока квантильная чутливість прогнозованого кінцевого стану на зміну координат вектора параметрів зворотного навантаження. Такий рух відбувається до тих пір, поки зображуюча точка не дійде до мінімально правдоподібних комбінацій параметрів моделі (ймовірність яких менше ε), породжують у прогнозі найбільш розбіжні фазові траєкторії. Зважаючи на те, що висока точність визначення меж Q_N не потрібна, цілком достатньо знайти точки гарантовано мажорирующие її. З позицій мінімізації обчислювальних витрат при синтезі управління в реальному масштабі часу [5-6], для цього доцільно використовувати методи покоординатного пошуку.

Після описаної процедури, що поєднує ідентифікацію з прогнозом, визначається оптимальне управління

$$u_i^*(t) = \arg\min_u \; \sup_{q \in Q_{N_i}} \; \min_{t \in [\tau_i, T]} \; J(x_M, u, t) \tag{7}$$

а також тривалість інтервалу $[\tau_i, \tau_{i+1}]$ його існування, коли $u_i^*(t)$ реалізується програма. Момент її корекції τ_{i+1} визначається, виходячи з "інтенсивності" розбіжності безлічі прогнозованих траєкторій, для чого можна застосовувати наступні умови:

$$\Delta z_M(\tau_{i+1}) \geq \sigma \tag{8}$$

$$\Delta z_M(\tau_{i+1}) = \gamma \cdot \Delta z_M(T_k),\ 0 < \gamma < 1 \tag{9}$$

де , σ, γ— наперед задані величини, $T_k \in [\tau_i, T]$—тривалість прогнозу з (7), при якій досягається min*J*,

$$\Delta z_M(t) = \max_{q',\, q'' \in Q_{N_i}} \left\| z_M(q',\, u_i^*(t)) - z_M(q'', u_i^*(t)) \right\| \tag{10}$$

Якщо ж апріорно відомо, що $u_i^*(t)$ має релейний характер, як, наприклад, в задачах мінімуму часу або управління, то в ряді випадків τ_{i+1} , можна визначати наступним чином:

$$\tau_{i+1} < \min_{q \in Q_{N_i}} t_{nj} \tag{11}$$

де t_{nj} - найближчий до τ_i управління момент, який обирається по безлічі комбінацій параметрів моделі.

Висновок. Отже в тезах позначено основні засади, щодо використання формальних моделей управління процесом зворотної деформації в задачах ремонту поверхонь автотранспортних засобів.

Литература:

1. Сафонов М.С., Яковенко О.Є. 3D обертально-поступальна модель для зв'язаних джерел інформації. // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. [Текст] – 2013. ХПТК ОНПУ. Бахва.–Вип. 1(2). – С. 196-203.

2. Вайсман В.А., Гогунский В.Д., Тонконогий В. М. Методологические основы управления качеством: факторы, параметры, измерение, оценка

//Сучасні технології в машинобудуванні. [Текст] –2012.–Вип. – 2012. – Т. 7. – С. 160-165.

3. Голуб Дж., ван Лоун Ч. Матричные вычисления. [Текст] - М. : Мир, 1999. — 548 с.

4. Іванов А.О. Теорія автоматичного керування: [Текст]. Підручник. — Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. — 2003. — 250 с.

5. Гогунский В.Д. Обоснование закона о конкурентних свойствах проектов [Текст] : зб.наук.пр. / В. Д. Гогунский, С. В. Руденко, П. А. Тесленко // Управління розвитком складних систем. — К. : вид-во КНУБА. — 2011. — Вип. № 8. — С. 13—15.

6. Гогунский В.Д., Становская И.И., Гурьев И.Н. Управление серийными проектами в машиностроении. [Текст] Сучасні технології в машинобудуванні: зб. наук. праць. – Харьків : НТУ «ХПІ», 2013. Вип. 8. С. 254 – 264

Стаття надіслана: 20.09.2015 г.