

УДК 681:519.8

СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ КОНСТРУЮВАННІ НА БАЗІ МЕТОДА ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Г.О. Козлик, О.В. Селюков

Науковий центр точного машинобудування

e-mail: selukov@iptelecom.net.ua

У процесі своєї творчої діяльності конструкторові постійно приходиться приймати рішення, оптимальні з точки зору якоїсь цільової функції. Звичайно це робиться шляхом аналізу існуючих конструкцій із наступною їхньою модернізацією. Такий шлях синтезу нової конструкції називається еволюційним. Створити принципово нову конструкцію можливо лише шляхом застосування для рішення задач, що виникають, різноманітних прийомів та методів із суміжних областей людських знань і насамперед із математики.

Зараз відбувається бурхливий розвиток Інтернет, а Інтернет тісно пов'язаний із всесвітньою мережею новітніх технологій; очевидно, що одним із напрямків для створення систем підтримки прийняття рішень (СППР) є застосування можливостей Інтернет. Дуже важливо використання таких систем у роботі конструкторських бюро й інженерних центрів у зв'язку з необхідністю прийняття найбільш адекватного рішення, що забезпечить революційний прорив в області техніки та технології. Давно відомий метод динамічного програмування широко використовувався в області економічних знань і практично ніколи в області техніки й технології. Усунути вказаний недолік – ціль даної статті.

Постановка задачі синтезу механічної системи (виробу) може бути представлена наступним чином. Нехай механічна система складається з n блоків (вузлів) u_i , $i = \overline{1, n}$, кожен з k яких характеризується рядом S управляючих параметрів

$$u_k = (u_k^{(1)}, u_k^{(2)}, \dots, u_k^{(S)})$$

де, наприклад,

— (1)

u_k - геометричні розміри блока;

— (2)

u_k - координати центру ваги блока;

— (S)

u_k - координати головного вектора сил, що прикладаються до блока.

При цьому у будь-який момент часу система характеризується рядом параметрів стану або фазовими координатами

$$\xi_k = (\xi_k^{(1)}, \xi_k^{(2)}, \dots, \xi_k^{(S)})$$

де, наприклад,

$\xi_k^{(1)}$

- геометричні розміри системи;

$\xi_k^{(2)}$

- координати центру ваги системи;

$\bar{\xi}^k$ (s) - координати головного вектора сил, що прикладаються до системи.

У такому випадку процес синтезу механічної системи може бути представлений у вигляді наступної діаграми (Рис. 1).

У даному випадку під синтезом мається на увазі перехід системи зі стану $\bar{\xi}^0$ до стану $\bar{\xi}^n$ шляхом додавання в систему блоків $\bar{u}_i$, $i = \overline{1, n}$, де $\bar{\xi}^1, \bar{\xi}^2, \dots, \bar{\xi}^n$ - стан системи після додавання першого, другого, ... , n -го блока.

Припустимо надалі, що стан системи у кінці k -го кроку $\bar{\xi}^k$ залежить тільки від стану системи, яка йому передувала $\bar{\xi}^{k-1}$ та управління $\bar{u}_k$ на даному кроці

$$\bar{\xi}^k = F_k(\bar{\xi}^{k-1}, \bar{u}_k) \quad (1)$$

Варіюючи управління u , отримаємо відмінну ефективність процесу синтезу, яку будемо оцінювати якісно цільовою функцією z , що залежить від початкового стану системи $\bar{\xi}^0$ та від вибраного управління u

$$z = \Phi(\bar{\xi}^0, u).$$

В якості цільової функції можуть виступати максимальна щільність компоновки або мінімальна вага синтезованої системи, або ін.

Показник ефективності k -го кроку ($k = 1, 2, \dots, n$) процесу синтезу $\bar{\xi}^k$ залежить від стану $\bar{\xi}^{k-1}$ на початку цього кроку та від управління $\bar{u}_k$, вибраного на цьому кроці, і позначається

$$f_k(\bar{\xi}^{k-1}, \bar{u}_k)$$

При цьому цільову функцію z можна виразити через показник ефективності так

$$z = \sum_{k=1}^n f_k(\bar{\xi}^{k-1}, \bar{u}_k)$$

Показник, що характеризує сумарну ефективність від даного k -го до наступного n -го кроку, позначається через z_k , тобто

$$z_k = \sum_{i=k}^n f_i(\bar{\xi}^{i-1}, \bar{u}_i).$$

У процесі синтезу, вибравши оптимальне управління на решті $n-k+1$ кроках, утвориться величина

$$z_k^* = \max z_k,$$

яка залежить тільки від $\bar{\xi}^{i-1}$, тобто

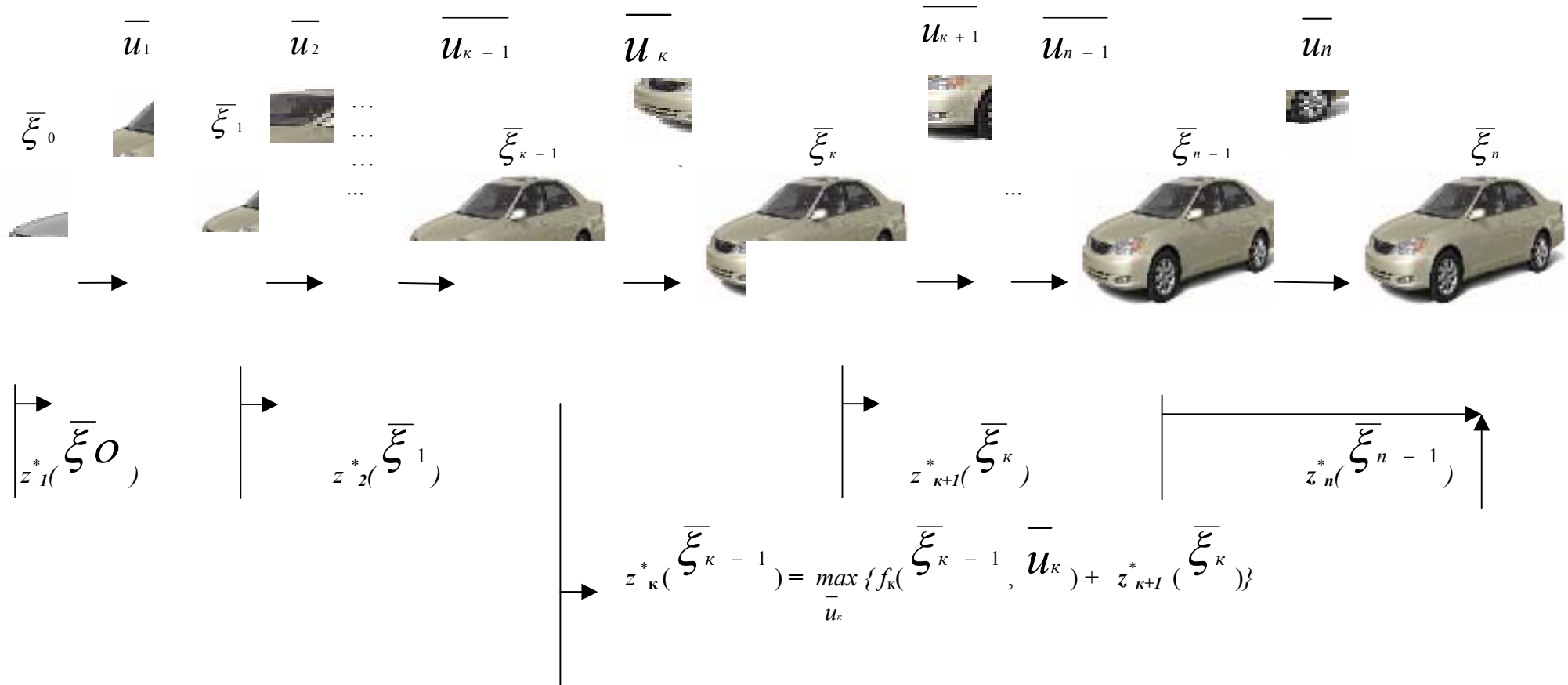


Рис. 1

$$z_k^*(\bar{\xi}^k - 1) = \max_{u_k} \Phi(\bar{\xi}^k - 1, \bar{u}_k) = \Phi(\bar{\xi}^k - 1, \bar{u}_k^*)$$

Згідно принципу оптимальності, який би блок $\bar{u}_k$ тепер не вибрали, на послідуючих кроках вибираються блоки $\bar{u}_{k+1}, \dots, \bar{u}_n$ так, щоб показник ефективності z_{k+1} досягав максимального значення, рівного $z_{k+1}^*(\bar{\xi}^k)$.

Залишається вибрати блок $\bar{u}_k$. Його не можна вибирати з умови локальної максимізації показника ефективності на даному k -му кроці, лише для того, щоб отримати максимальний $f_k(\bar{\xi}^k - 1, \bar{u}_k)$. Такий підхід був би недальновидним, оскільки від вибору $\bar{u}_k$ залежить новий стан $\bar{\xi}^k$, а від останнього – максимально можлива ефективність, яка може бути досягнута в подальшому, тобто величина $z_{k+1}^*(\bar{\xi}^k)$.

Це положення в аналітичній формі записується так:

$$z_k^*(\bar{\xi}^k - 1) = \max_{u_k} \{f_k(\bar{\xi}^k - 1, \bar{u}_k) + z_{k+1}^*(\bar{\xi}^k)\}.$$

Початковий стан $\bar{\xi}^0$ і кінцевий стан $\bar{\xi}^n$ можуть бути задані однозначно або можуть бути вказані множина Ω_0 початкових станів і множина Ω_n кінцевих станів так, що $\bar{\xi}^0 \in \Omega_0$, $\bar{\xi}^n \in \Omega_n$. У цьому випадку в задачі синтезу вимагається визначити сукупність допустимих управлінь шляхом додавання нових елементів (блоків) у систему, які переводять систему з початкового стану $\bar{\xi}^0 \in \Omega_0$ до кінцевого стану $\bar{\xi}^n \in \Omega_n$, і максимізуючих цільову функцію Z .

У залежності від числа параметрів стану на кожному кроці (S) і числа управляючих змінних на кожному кроці (r) розрізняють одномірні та багатомірні моделі. Трудомісткість задачі синтезу такої моделі визначається, головним чином, розмірністю задачі $[r \times S]$. З власного досвіду авторів відомо, що при синтезі механічної системи, що складається з декількох десятків блоків, розмірність задачі складає десятки тисяч. Вибрати серед такої кількості варіантів найоптимальніший без сучасних обчислювальних засобів у доступний до огляду час практично неможливо.