может быть сведена к задаче линейного программирования, по решению которой восстанавливается субоптимальная начальная программа для стратегии управления $\pi_1^0(x_0)$.

Библиографические ссылки

1. *Bemporad A., Borrelli F., Morari M.* Model predictive control based on linear programming the explicit solution // IEEE Transactions on Automatic Control. 2002. Vol. 47. No. 12. P. 1974-1985.
2. *Bemporad A., Borrelli F., Morari M.* Min-max control of constrained uncertain discrete-time linear systems // IEEE Transactions on Automatic Control. 2003. Vol. 48. No. 9. P. 1600–1606.
3. *Kostyukova O., Kostina E.* Robust optimal feedback for terminal linear-quadratic control problems under disturbances // Mathematical programming, 2006. Vol. 107, No. 1-2. P. 131–153.
4. *Дмитрук Н.М.* Оптимальная стратегия с одним моментом замыкания в линейной задаче оптимального гарантированного управления // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. 2018. Т. 58, № 5.

УСЛОВИЯ ОПТИМАЛЬНОСТИ ДЛЯ ВЫПУКЛЫХ ЗАДАЧ ПОЛУБЕСКОНЕЧНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С НЕКОМПАКТНЫМ МНОЖЕСТВОМ ИНДЕКСОВ

О.И. Костюкова[1], Т.В. Чемисова[2], М.А. Курдина[1]

[1] Институт математики НАН Беларуси

Сурганова 11, 220072 Минск, Беларусь

{kostyukova, kurdina}@im.bas-net.by

[2] Department of Mathematics, University of Aveiro

University Campus Santiago, 3810-193, Aveiro, Portugal

tatiana@ua.pt

Пусть заданы конечные множества индексов $J \subset \mathbb{N}$, $S_* \subset \mathbb{N}$, $S \subset \mathbb{N}$, $S_* \cap S = \emptyset$, матрицы, вектора и числа:

$$\bar{W}_j \in \mathbb{R}^{n\times n},\ \bar{d}_j \in \mathbb{R}^n,\ \bar{r}_j \in \mathbb{R},\ g_j \in \mathbb{R}^n,\ \ j \in J,\ \ c \in \mathbb{R}^n,$$

$$W_0 \in \mathbb{R}^{n\times n},\ d_0 \in \mathbb{R}^n,\ r_0 \in \mathbb{R};\quad q_j \in \mathbb{R}^n,\ \omega_j \in \mathbb{R},\ j \in S_* \cup S,$$

$$D_j \in \mathbb{R}^{p\times p},\ A_j \in \mathbb{R}^{n\times p},\ B_j \in \mathbb{R}^{m_j\times p},\ c_j \in \mathbb{R}^p, j \in J.$$

Определим следующие множества:

$$Y = \{y = (y_j, j \in J) : \sum_{j\in J} g_j y_j = c, y_j \geq 0, j \in J\},$$

$$\mathcal{X} = \{x \in \mathbb{R}^n : q_j^T x + \omega_j = 0, j \in S_*, \quad q_j^T x + \omega_j \le 0, j \in S\},$$
$$K(j) = \{t \in \mathbb{R}^p : B_j t \le 0\}, \;\; j \in J,$$

и будем считать, что

1) множество Y непусто и ограничено;
2) множество $\mathcal{X}$ непусто;
3) выполняются следующие условия:

$$x^T W_0 x \ge 0, \; x^T \bar{W}_j x \ge 0, \; j \in J, \; \forall x \in \mathbb{R}^n; \;\; t^T D_j t \ge 0 \; \forall t \in K(j), \; j \in J.$$

Рассмотрим оптимизационную задачу:

$$\min_{x \in \mathcal{X}} \left[\Omega_0(x) + \max_{y \in Y} \sum_{j \in J} y_j \left(\Omega_j(x) - \min_{t \in K(j)} \Psi_j(x,t) \right) \right], \tag{1}$$

где $\Omega_0(x) := \dfrac{1}{2} x^T W_0 x + d_0^T x + r_0, \;\; \Omega_j(x) := \dfrac{1}{2} x^T \bar{W}_j x + \bar{d}_j^T x + \bar{r}_j, \; j \in J;$

$$\Psi_j(x,t) := \frac{1}{2} t^T D_j t + (c_j^T - x^T A_j) t, \; j \in J.$$

Здесь функции $\Omega_j(x)$, $j \in J \cup \{0\}$, выпуклы по $x \in \mathbb{R}^n$, и функции $\Psi_j(x,t)$ $j \in J$, линейны по $x \in \mathbb{R}^n$и, в общем случае, невыпуклы по $t \in K(j), j \in J$.

Задачи вида (1) представляют интерес, поскольку возникают при изучении дифференциальных свойств решений нелинейных параметрических задач полубесконечного программирования [1–3].

Цель доклада:

• показать, что оптимизационная задача (1) эквивалентна задаче полубесконечного программирования с некомпактными множествами индексов

$$\min_{x, \; \rho_j, j \in J, \; \beta} \quad \frac{1}{2} x^T W_0 x + d_0^T x + \beta,$$
$$\frac{1}{2} x^T W_i x + d_i^T x + r_i - \sum_{j \in J} y_j^{(i)} \rho_j \le \beta, \; i \in I; \;\; x \in \mathcal{X}, \tag{2}$$
$$\rho_j \le \frac{1}{2} t_j^T D_j t_j + (c_j^T - x^T A_j) t_j, \;\; \forall \, t_j \in K(j), \;\; j \in J,$$

где $y^{(i)} = (y_j^{(i)}, j \in J)$, $i \in I$, вершины многогранника Y, $W_i := \sum\limits_{j \in J} y_j^{(i)} \bar{W}_j, \quad d_i := \sum\limits_{j \in J} y_j^{(i)} \bar{d}_j, \quad r_i := \sum\limits_{j \in J} y_j^{(i)} \bar{r}_j, \;\; i \in I;$

• получить условия, гарантирующие существование оптимальных решений задачи (2);

• сформулировать условия оптимальности для задачи (2).

Некомпактность множества индексов является существенным фактором, который не позволяет применить имеющиеся в литературе результаты [1, 2]. В связи с этим тема исследования является актуальной, а полученные результаты — новыми, они могут быть использованы в дальнейших исследованиях параметрических задач полубесконечного программирования.

Библиографические ссылки

1. *Bonnans J.F., Shapiro A.* Perturbation analysis of optimization problems. Springer-Verlag: New-York, 2000.
2. *Goberna M.A., Lopez M. A.* Linear Semi-Infinite Optimization. Wiley: Chichester, 1998.
3. *Kostyukova O.I., Tchemisova T.V., Kurdina M.A.* A study of one class of NLP problems arising in parametric Semi-Infinite Programming // Optimization Methods and Software. 2017. Vol. 32. Iss. 6. P. 1218–1243.

О СТАБИЛИЗАЦИИ СТАЦИОНАРНЫХ ДВИЖЕНИЙ НЕГОЛОНОМНЫХ СИСТЕМ С НЕОДНОРОДНЫМИ СВЯЗЯМИ ПРИ НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ

А. Я. Красинский[1,2], Э. М. Красинская

[1] Московский государственный университет пищевых производств МГУПП, Волоколамское шоссе 11, 125080 Москва, Россия

[2] МАИ, Волоколамское шоссе 4, 125993 Москва, Россия

krasinsk@mail.ru

Неголономные системы служат базовыми моделями многих современных технических устройств (мобильные роботы и пр.). Основные результаты по исследованию динамики (в частности, устойчивости) относятся к неголономным системам с однородными связями. В отличие от систем с однородными связями, установившиеся движения неголономных систем в случае неоднородных связей могут быть как изолированными, так и располагаться на многообразиях некоторых размерностей. Это приводит к большому разнообразию возможных постановок задач устойчивости и стабилизации движений неголономных