Библиографические ссылки

1. *Благодатских В.И.* Введение в оптимальное управление. М.: Высш.шк., 2001.
2. *Тухтасинов М.* Линейная дифференциальная игра преследования с импульсными и интегрально-ограниченными управлениями игроков // Тр. Ин-та математики и механики УрО РАН. 2016. Т. 22. № 3. С. 273–282.
3. *Чикрий А.А., Матичин И.И.* Линейные дифференциальные игры с импульсным управлением игроков // Тр. Ин-та математики и механики УрО РАН. 2005. Т. 11. № 1. С. 212–224.

МНОГОМЕТОДНЫЕ АЛГОРИТМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

А.И. Тятюшкин

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН, Иркутск, Россия

tjat@icc.ru

Многометодная технология решения задач оптимального управления [1] заключается в параллельном использовании сразу несколько итерационных методов оптимизации для поиска решения одной и той же задачи. Основной проблемой применения многометодной технологии при численном решении задач оптимального управления является выбор метода для эффективного продолжения процесса оптимизации с того момента, когда ухудшилась сходимость текущего метода. Современные операционные системы позволяют обеспечить решение задачи путем организации параллельных вычислительных потоков для одновременного проведения расчетов несколькими методами. В каждом таком потоке можно реализовывать итерационный процесс одного из методов оптимизации и решение одной задачи вести несколькими методами одновременно. На многопроцессорных компьютерах для реализации каждого метода удобнее использовать отдельный процессор. После нахождения очередного приближения все методы оцениваются, например, по полученному приращению функционала, и из них выбирается наиболее эффективный метод для продолжения оптимизации, а полученное этим методом приближение передается остальным методам в качестве начального для выполнения следующей итерации.

Продолжая итерационный процесс до получения приближения, на котором с заданной точностью будет выполнен критерий оптимальности, найдем приближенное решение задачи. При этом решение будет найдено многометодным алгоритмом, состоящим из последовательности шагов разных методов, подключаемых к процессу оптимизации с целью ускорения его сходимости. Например, в случае параллельного использования трех методов (см. рис. 1) лучшее приближение будет определяться по максимуму приращения функционала, полученного на данной итерации каждым из трех методов: $u_{i_0} = \arg\max\limits_{i\in\{1,2,3\}}(I(u_i^k) - I(u_i^{k-1}))$. Затем это приближение передается всем трем методам для выполнения следующей итерации: $u_i^{k+1} = u_{i_0}$, $i = 1, 2, 3$.

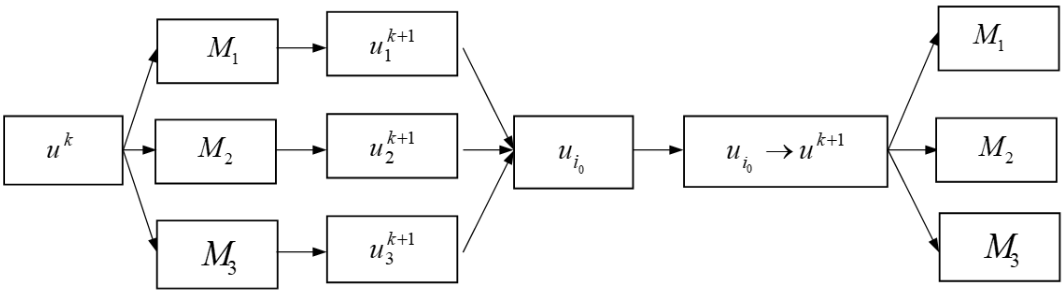

Рис. 1 — Схема выполнения $k+1$-й итерации многометодным алгоритмом для группы из трех методов M_1, M_2, M_3.

Таким образом, многометодная технология решения прикладных задач оптимального управления, реализованная в виде параллельных итерационных процессов оптимизации с выбором лучшего приближения, находит решение задачи с автоматическим применением разных методов оптимизации и тем самым существенно повышает эффективность поиска и надежность получения численного решения с заданной точностью в прикладных задачах оптимального управления.

Программное обеспечение, разработанное на основе данного подхода и реализующее многометодную технологию расчета оптимального управления и оптимальных параметров, успешно применяется для решения сложных прикладных задач оптимального управления из различных областей науки и техники [2]. Применение эффективной технологии расчета управления особенно актуально в управляемых системах реального времени, например, в системах управления летательными аппаратами, обладающих высокой маневренностью. Например, при проектировании истребителя СУ-57 (мирового лидера по маневренности) для решения серии задач оптимального маневрирования [3] использовалось программное обеспечение, описанное в [1].

Библиографические ссылки

1. *Тятюшкин А.И.* Многометодная технология оптимизации управляемых систем. Теория управления движением. Новосибирск: Наука, 2006.

2. *Тятюшкин А.И.* Многометодная оптимизация управления в сложных прикладных задачах // Журнал вычисл. математики и матем. физики. 2019. Т. 59. № 2. С. 235–246.

3. *Тятюшкин А.И., Федунов Б.Е.* Возможности защиты от атакующей ракеты задней полусферы самолета вертикальным маневром // Известия РАН, ТиСУ. 2006. № 1. С. 111–125.

ОЦЕНИВАНИЕ ЗВЕЗДНЫХ МНОЖЕСТВ ДОСТИЖИМОСТИ ДЛЯ УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ С НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ

Т.Ф. Филиппова, О.Г. Матвийчук

Институт математики и механики им. Н.Н.Красовского УрО РАН,

Екатеринбург, Россия

{ftf,vog}@imm.uran.ru

Введение. Рассматриваются задачи оценивания множеств достижимости нелинейной управляемой динамической системы при неполной информации о начальных состояниях и параметрах. Исследования основываются на классических результатах математической теории управления и оценивания состояний в условиях неопределенности [1–3] и направлены на изучение эволюционных уравнений для новых классов динамических систем.

Предполагается, что динамические уравнения рассматриваемой здесь управляемой системы содержат два вида нелинейности, а именно, в фазовых скоростях системы одновременно присутствуют как квадратичные функции фазовых координат, так и неопределенные матрицы коэффициентов [4–6]. Такие системы могут моделировать различные механические, электрические и другие типы систем, параметры которых неизвестны, но могут варьироваться в определенных (заданных) пределах. Отметим, что в конкретных прикладных задачах множества состояний системы обычно невыпуклы, но в ряде случаев обладают особыми свойствами (например, являются звездными). В связи с этим представляется полезным найти оценки точных множеств достижимости, учитывающие указанное свойство.

1. Постановка задачи. Рассматривается нелинейная управляемая система

$$\dot{x}(t) = A(t)x + x'Bx \cdot d + u(t), \quad x \in \mathbb{R}^n, \quad t \in [t_0, T], \tag{1}$$