

Программный комплекс поиска оптимальных управлений на множествах простой структуры

О.В. Фесько

Институт программных систем имени А.К. Айламазяна РАН,
г. Переславль-Залесский

При исследовании различных динамических систем с управлением большое значение имеет поиск простых оптимальных законов управления, реализуемых на практике. В связи с этим предлагается алгоритм поиска решения задачи оптимального управления в виде кусочно-линейной функции управления с подвижными моментами переключения.

Рассматривается задача оптимального управления вида

$$\dot{x}(t) = f(t, x(t), u(t)), x(t_0) = x_0, t \in [t_0, t_1], F(x(t_1)) \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $x = (x_1, \dots, x_n)^T \in \mathbb{R}^n$, $x_i(t), i = \overline{1, n}$ – кусочно-гладкие, управление $u(t)$ – кусочно-линейно разрывно с m штук моментов переключения.

Были найдены условия, при которых исходную задачу (1) можно свести к задаче условной конечномерной минимизации функции многих переменных [1]. Тогда алгоритм решения задачи (1) будет состоять в поочередном применении на каждой итерации численных алгоритмов: метода Рунге–Кутты/Рунге–Кутта–Фельберга для решения задачи Коши и комбинации методов Ньютона-Рафсона и градиентного спуска с модификациями для минимизации многомерной многоэкстремальной функции.

Алгоритм решения приведенной задачи (1) был реализован в виде параллельной программы на языке T++. Гранулой параллелизма в данной задаче была выбрана комбинация градиентного метода и метода Ньютона-Рафсона, т.е. независимый поиск минимума в подобластях, полученных при декомпозиции основной области. В таблице 1 представлены результаты ускорения при решении одной задачи оптимального управления с двумя моментами переключения (при разбиении основной области на 32 подобласти).

Таблица 1. Анализ эффективности параллельной версии программы

Число узлов, p	1	2	4	6	8	10	12
Время, t_p (в сек.)	2182.976	1319.838	826.408	526.569	454.782	412.992	352.079
Ускорение, t_1/t_p	1	1.65	2.64	4.15	4.8	5.29	6.2

Для автоматизации процесса проведения расчетов был написан графический интерфейс пользователя программного комплекса. Среди поддерживаемых функций комплекса можно выделить следующие: аутентификация пользователя на суперЭВМ; задание правых частей управляемой системы, терминального функционала и входных параметров задачи; выбор типа искомого управления (в виде кусочно-постоянных или кусочно-линейных функций); запуск и прерывание счета задачи на кластерном вычислительном устройстве; обмен входными/выходными данными по протоколу sftp; вывод результатов в виде текстовых файлов и графиков.

Литература

1. Фесько О.В. Параллельный алгоритм оптимизации динамических систем на множестве кусочно-линейных управлений // Вестник Бурятского государственного университета. Вып. 9: Математика и информатика, Улан-Удэ: Изд-во Бурят. госун-та, 2010. С. 79–87.