

Пример:

$$Стр.(x^*) = Wt^* f(x^*) = Wt^* d(W^*);$$

$$\left. \begin{aligned} 60x_1^{-3}x_2^{-2} &= 0,4 \cdot 125,8 = 50,32 \\ 50x_1^3x_2 &= 0,5 \cdot 125,8 = 62,9 \\ 20x_1^{-3}x_2^3 &= 0,1 \cdot 125,8 = 12,58 \end{aligned} \right\} ;$$

$$x_1^* = 1,12 ;$$

$$x_2^* = 0,944.$$

Если задаться целью разработать 32 варианта подобного типа задач, то обнаруживаем, что наиболее сложной задачей является при подборе различных комбинаций значений показателей степеней при неизвестных переменных удовлетворение условию не отрицательности переменных двойственной задачи., так как решение системы уравнений двойственной задачи дает множество решений с отрицательными значениями переменных двойственной задачи. Выход видится в широком использовании вычислительной техники при автоматическом переборе множества значений показателей степеней с дальнейшим решением системы уравнений.

УДК 004.82

Нечеткое моделирование на прологе

Ковальков А. Т., Ковалькова И. А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время одним из наиболее активных и перспективных направлений прикладных исследований в области управления и принятия решений является нечеткое моделирование, основанное на формальном аппарате нечеткой (fuzzy) логики.

По тематике нечеткого управления опубликованы десятки тысяч работ. Диапазон применения нечеткой логики очень широк – от бытовых приборов до управления сложными техническими системами, например, автопилот [1].

Появились коммерческие программные средства, которые специально ориентированы на решение задач нечеткого моделирования. Наиболее интересными программными средствами, в которых реализована технология нечеткого моделирования, являются пакет Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB и программа fuzzyTECH [2]. При всех достоинствах и больших возможностях этих программных средств они не позволяют получить исполняемый код программы.

Задачи нечеткого управления относятся к области искусственного интеллекта (ИИ). Проблематика ИИ приобрела особую актуальность с середины прошлого века, при этом выяснилось, что обычные процедурные языки программирования типа Бейсик, Фортран, Паскаль не очень удобны для разработки систем ИИ. Поэтому стали появляться языки, предназначенные для решения задач ИИ. Среди них широкую популярность получил язык логического программирования Пролог. Он очень хорошо подходит для описания логических взаимоотношений между объектами, что особенно важно в нечетком моделировании. На Прологе очень компактно, по сравнению с процедурными языками, описываются многие алгоритмы. По статистике строка исходного текста программы на языке Пролог соответствует 14 строкам исходного текста на процедурном языке, решающем ту же задачу [3]. Пролог-программу, как правило, легко писать, понимать и отлаживать. Это приводит к тому, что время разработки приложения на Прологе во многих случаях на порядок быстрее, чем на процедурных языках. Программа на Прологе не является таковой в классическом понимании, поскольку не содержит явных управляющих конструкций типа условных операторов, операторов цикла и т.д. Она представляет собой модель фрагмента предметной области, о котором идет речь в задаче.

Исходя из вышеизложенного, было решено использовать Пролог (версию Турбо-Пролог) для решения задач нечеткого логического управления, тем более, что на Турбо-Прологе просто получить исполняемый код программы (достаточно после успешной компиляции нажать комбинацию клавиш Ctrl-F9), который в дальнейшем станет программной реализацией нечеткого управления.

На Турбо-Прологе были разработаны основные правила, необходимые для программирования нечеткого управления: формирование универсума нечеткого множества, формирование функций принадлежности различных типов (всего 12), выполнение операций над нечеткими множествами (более 10), определение нечетких чисел и интервалов и операций над ними, правила выполнения отдельных этапов нечеткого моделирования (фаззификация, агрегирование, активизация, аккумуляция, дефаззификация). С использованием программного обеспечения на Турбо-Прологе были разработаны четыре нечеткие модели, примеры которых даны в [3]: «чайевые в ресторане», управление смесителем воды при принятии душа, управление кондиционером воздуха в помещении, управление контейнерным краном. Например, листинг программы последней модели содержит 19 строк, а ехе-файл имеет размер 42 Кб. Сравнение результатов работы нечетких моделей, реализованных на Турбо-Прологе и в среде MATLAB, показали их идентичность.

Таким образом, Турбо-Пролог, дополненный предикатами (правилами) для нечеткого моделирования, имеет ряд достоинств: значительно сокращается время на разработку программы; объем листинга программы сокращается в несколько раз за счет того, что в нем нет правил, которые содержатся в подключаемом модуле; достаточно просто получается исполняемый код программы, который может использоваться как программная реализация нечеткого управления; система программирования легко расширяема новыми встроенными предикатами; программу способен написать пользователь, имеющий минимальные навыки в программировании на языке Turbo Prolog.

Литература

1. Макаров, И. М. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления / И. М. Макаров. – М.: Наука, 2006.
2. Леоненков, А. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003.
3. Шрайнер, П. А. Основы программирования на языке Пролог / П. А. Шрайнер. – М.: Интернет-Ун-т информ. технологий, 2005.