

УДК 681.5.007

М.Ю.Миронова (прогр., ЦНИИ РТК), В.П.Макарычев, к.т.н.

## ПОСТРОЕНИЕ ФУНКЦИИ ЦЕННОСТИ ОБЪЕКТОВ МЕТОДОМ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Работа посвящена одной из актуальных современных проблем - оценке качества технических систем. Был разработан алгоритм построения функции ценности объектов на заданном множестве их характеристик методом экспертизы. На базе алгоритма написана программа, позволяющая определить на заданном множестве объект с оптимальным значением параметров для конкретного случая. По существу, данная программа является прототипом экспертной системы принятия решений.

В ЦНИИ РТК при разработке экспертной системы оценивания промышленных роботов был предложен оригинальный естественный подход. Он основан на инфлюентном анализе и включает в себя факторный анализ, кластерный анализ и линейное программирование.

Вопрос о выборе единиц измерения для каждого показателя решается посредством перехода к новым переменным, нормированным по величине дисперсии в логарифмическом масштабе. После проведения такой операции можно считать все показатели равноправными и для дальнейших расчетов выбрать обычную евклидову метрику.

Для более точного построения функции ценности производится кластеризация всего множества объектов, т.е. разбиение объектов на группы (кластеры) по критерию минимального расстояния в пространстве показателей.

Схема последовательной кластеризации может быть описана следующим образом.

Рассмотрим  $I = I_1, \dots, I_n$  как множество кластеров  $I_1, \dots, I_n$ . Выберем из них два наиболее близких друг к другу. Новое множество кластеров будет состоять уже из  $n-1$  кластеров. Повторяя процесс, мы получаем последовательные множества кластеров, состоящие из  $n-2$ ,  $n-3$  и т.д. кластеров. В конце этой процедуры получится кластер, состоящий из  $n$  объектов и совпадающий с первоначальным множеством  $I$ .

Чтобы вычислять значение функции ценности в любой точке пространства показателей, достаточно знать значения градиента в этих точках. Определение градиента производится путем проведения экспертизы. Эксперт должен назначить матрицу эквивалентных ценностей в кластере. Матрица задается матрица способом цепочки, т.е. экспертным путем определяются только величины, составляющие одну строку матрицы. Остальные элементы матрицы вычисляются на основе элементов этой строки. Можно показать, что значение градиента в определенной точке пространства показателей равно соответствующему элементу строки матрицы. По полученным в результате экспертизы данным определяется значение функции ценности для всех объектов заданного множества. Вывод о "качестве" каждого объекта делается по величине его функции ценности.

Если предположить, что эксперт идеален, задачу можно считать решенной. Но реально необходимо организовать "обратную связь", позволяющую в случае необходимости скорректировать полученный посредством экспертизы результат.

Для этого проводится вторая экспертиза, при которой эксперт ранжирует объекты заданного множества. То есть организуется последовательность индексов (порядковых номеров) объектов, расположенных экспертом по возрастанию их "ценности". Отсюда следует постановка задачи линейного программирования, которая может быть сформулирована следующим образом - минимизировать отклонение заданных экспертом значений относительных ценностей от их корректных значений, при том что

минимизируемые величины являются субъектами заданных ограничений, и на них наложено условие положительности.

Для решения данной задачи линейного программирования с успехом может быть применен симплекс-метод. В процессе решения осуществляется пошаговый выход в оптимальную точку, то есть в точку с координатами, при которых достигается экстремум функции. В качестве результата решения нас интересуют значения этих координат, которые являются численными значениями корректирующих добавок к величинам относительных ценностей параметров объектов.

Полученный в результате новый ряд вычисленных значений функции ценности отражает действительную расстановку приоритетов объектов заданного множества на классе их параметров.

Написанная по разработанному алгоритму программа реализована на примере промышленных роботов. Входными данными для программы являются заданные экспертом численные значения относительных ценностей параметров объектов и расставленные экспертом приоритеты на заданном множестве объектов. Результаты работы программы – корректно вычисленные и расставленные по возрастанию значения функции ценности для объектов заданного множества. В качестве объекта с оптимальным значением параметров принимается объект с максимальным значением функции ценности. Важным результатом работы программы являются созданные на заданном множестве кластеры наиболее близких в пространстве параметров объектов.