

5. Удаление из множества M^+ элементов, сопоставленные которым тесты не удовлетворяют критерию d . $d := d + 1$. Если $|M^+| = 1$, то переход к п. 7. Если $d = 3$, то вычисление суммарного веса тестов, сопоставленных элементам множества M^+ . Если $d = 4$, то вычисление суммарной стоимости тестов, сопоставленных элементам множества M^+ . Если $d = 5$, то вычисление суммарного ущерба тестов, сопоставленных элементам множества M^+ . Если $d < 6$, то переход к п. 5.

6. Удаление всех элементов множества M^+ , кроме первого.

7. Построение подматрицы T_0 , строками которой являются строки матрицы T' , сопоставленные элементу множества M^+ .

8. Конец.

Построение множества P_k в виде дерева предоставляет возможность распараллеливания вычислений и оптимизации алгоритма по скорости выполнения. Алгоритм реализован в виде динамически подключаемого модуля (плагины) и включен в интеллектуальное инструментальное средство ИМСЛОГ [2]. Дальнейшее развитие алгоритма связано с увеличением числа критериев и ориентацией последовательности обеспечения критериев на проблемную область.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yankovskaya A. E., Mozheiko V. I. Optimization of a set of tests selection satisfying the criteria prescribed // 7th Int. Conf. PRIA-7-2004. Conf. Proc. V.I. St. Petersburg: SPbETU, 2004. P. 145–148.
2. Yankovskaya A. E., Gedike A. I., Ametov R. V., Bleikher A. M. Software Tool for Supporting Information Technologies of Test Pattern Recognition // Pattern Recognition and Image Analysis. 2003. V. 13. No. 2. P. 243–246.

УДК 681.325.63; 681.327.12; 007.52

РЕДУКЦИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ПОДМНОЖЕСТВА ТЕСТОВ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ¹

А. Е. Янковская

Выбор оптимального подмножества (ОП) безусловных безызбыточных диагностических тестов (ББДТ) [1], а не просто «хороших» тестов весьма актуален при принятии решений в интеллектуальных системах. Применение «хороших» ББДТ не всегда приводит к оптимальному решению, поскольку общее количество признаков в выбранном множестве тестов может быть слишком большим, так же как временные и стоимостные затраты или ущерб (риск) [2], наносимый в результате выявления значений признаков исследуемого объекта, например в медицине. При увеличении числа критериев построения ОП ББДТ существенно возрастает трудоемкость алгоритмов и возникает необходимость привлечения дополнительной информации о критериях.

Одним из оптимизационных подходов при выборе ОП ББДТ является редукция многокритериального выбора, в котором производится свертка нескольких критериев к небольшому их числу, т. е. осуществляется агрегирование критериев [3].

Введем необходимые определения. *Тестом* называется совокупность признаков, различающих любые пары объектов, принадлежащих разным образам (классам). Тест называется *безызбыточным*, если при удалении любого признака тест перестает быть

¹Работа выполнена при поддержке РФФИ, проекты № 07-01-00452-а и № 09-01-99014-р_офи.

тестом. Признак называется *псевдообязательным*, если он не входит во все ББДТ и входит во множество используемых при принятии решений ББДТ. *Сигнальным* признаком 1-го рода будем называть минимальные подмножества характеристических признаков, различающие объекты, принадлежащие к двум разным образам.

Пусть $T = \{t_{ij} \mid i \in \{1, \dots, n\}, j \in \{1, \dots, m\}\}$ — матрица ББДТ, n — количество ББДТ, m — количество характеристических признаков. Строкой T_i представлен i -й ББДТ. Обозначим через $z \in \{z_j \mid j \in \{1, \dots, m\}\}$ множество характеристических признаков, причем $t_{ij} = 1 \leftrightarrow z_j \in T_i$, $t_{ij} = 0 \leftrightarrow z_j \notin T_i$. Для каждого признака z_j считаем заданными весовой коэффициент w_j^r (различающую способность признака), информационный вес w_j^q , коэффициенты стоимости w_j^s и ущерба (риска) w_j^u [2]. Определим вес i -го теста: $W_i = \sum_j w_j t_{ij}$, $W_i \in \{W_i^r, W_i^q, W_i^s, W_i^u\}$, $w_j \in \{w_j^r, w_j^q, w_j^s, w_j^u\}$, суммарный вес тестов k -го типа $W_0^k = \sum_i W_i^k$, где $k \in \{r, q, s, u\}$.

Редукция многокритериального выбора связана с решением следующей задачи: необходимо для матрицы тестов T с заданными $w_j^r, w_j^q, w_j^s, w_j^u$ и подмножествами сигнальных признаков выделить такую подматрицу T_0 , содержащую n_0 строк, чтобы соответствующее ей множество тестов N_0 обеспечивало выполнение следующих критериев:

1. N_0 должно содержать максимальное число псевдообязательных признаков.
2. N_0 должно содержать минимальное общее число признаков.
3. N_0 должно содержать минимальное общее число сигнальных признаков 1-го рода для всех пар образов.
4. N_0 должно содержать минимальное общее число подмножеств сигнальных признаков 1-го рода для всех пар образов.
5. N_0 должно иметь максимальный суммарный вес W_0^r .
6. N_0 должно иметь максимальный суммарный вес W_0^q .
7. N_0 должно иметь наименьшую суммарную стоимость W_0^s .
8. N_0 должно обеспечивать наименьший ущерб (риск) W_0^u .

Наилучшим решением многокритериальной задачи построения ОП ББДТ была бы скаляризация критериев (переход к единственному критерию). Однако для данной задачи скаляризация невозможна, поскольку имеется противоречивость оценок подмножеств ББДТ (альтернатив) по различным критериям, то есть альтернативы, лучшие по одним критериям, не являются таковыми по другим.

В [3] предложено пять способов редукции критериев. При решении поставленной задачи выбора ОП ББДТ можно предположить, что критерии 1–4 могут быть объединены с использованием обобщенного критерия, т. е. линейной сверткой.

Редукция многокритериальной задачи построения ОП ББДТ повышает эффективность алгоритма выбора ОП ББДТ. В дальнейшем планируется исследование достоверности данного предположения, возможностей свертки других критериев, а также различных способов редукции критериев для решения поставленной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yankovskaya A. E., Mozheiko V. I. Optimization of a set of tests selection satisfying the criteria prescribed // 7th Int. Conf. PRIA-7-2004. Conf. Proc. V. I. St. Petersburg: SPbETU, 2004. P. 145–148.
2. Янковская А. Е. Критерии оптимизации выбора безызбыточных диагностических тестов для принятия решений в интеллектуальных диагностических системах // Математические методы распознавания образов (ММРО-13): Сб. докл. 13-й Всерос. конф. 2007. С. 73–76.
3. Авен П. О., Ослон А. А., Мучник И. Б. Функциональное шкалирование. М.: Наука, 1988.