

**К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ  
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ  
ПРОИЗВОДСТВА**

С. И. СИДОНСКАЯ

(Представлена научно-техническим семинаром кафедры автоматики и телемеханики)

Задачи оптимизации календарных планов для размерности, представляющей практический интерес, являются одними из наиболее трудных с вычислительной точки зрения из-за своего комбинаторного характера.

Точные методы решения комбинаторных задач названного типа, основанные на полном или «направленном» переборе всех возможных вариантов решения задачи, не позволяют получить решения задачи в приемлемое время.

Этим обусловлены многочисленные попытки разработать приближенные методы решения задачи, которые хоть и не гарантируют получение оптимального решения, однако приводят к получению решений близких к оптимальным в приемлемые сроки. На практике чаще всего применяются так называемые эвристические алгоритмы, использующие различные правила предпочтения [1, 2]. В связи с этим особую важность приобретает проблема выбора самих правил предпочтения или их комбинаций, обеспечивающих получение календарных планов, достаточно близких к оптимальному. Рядом авторов [1, 2, 5] при решении задач календарного планирования проблема выбора правил предпочтения или их комбинаций решалась без учета особенностей портфеля заданий, для которого составлялся календарный план. Однако опыт показывает [3], что для каждой задачи календарного планирования, возникающей на производстве и обладающей своими особенностями в соответствии с особенностями портфеля заданий, невозможно априорно указать преимущество выбора той или иной функции предпочтения, выбора того или иного алгоритма решения задачи в более общем случае. Используя методику, изложенную в [4], поставим выбор алгоритма решения задачи календарного планирования в зависимость от начальных данных (параметров) задачи на основе применения методов теории распознавания образов.

В качестве распознаваемого образа в данном случае выступает портфель заказов  $\Pi(p_1 p_2 \dots p_n)$ , где  $p_1 p_2 \dots p_n$  — признаки (параметры), по которым могут быть различимы между собой распознающиеся образы задач календарного планирования. Такими признаками  $p_i$  (параметрами) портфеля заказов могут быть вес заказов определенного типа, вес срочных заказов, общее количество заказов и пр.

Пусть машине задана обучающая последовательность образов, т. е. заданы портфели заказов  $\Pi_i(p^i_1 p^i_2 \dots p^i_n)$  с указанием к какому классу каждый из них относится. В класс объединяются образы, для ко-

торых наиболее эффективным по выбранному критерию является соответствующий этому классу алгоритм.

Задача заключается в том, чтобы построить такую программу, которая, используя обучающую последовательность, вырабатывала бы правило, позволяющее классифицировать «незнакомые» портфели заказов, вообще говоря, отличные от входивших в обучающую последовательность.

Предположим, что в процессе решения достаточно большого количества задач, определяемых портфелями заказов  $\{P_i\}$ , найден набор таких параметров  $p_1 p_2 \dots p_n$ , соотношение которых с определенной вероятностью позволяет определить элемент  $\in a A$ , (где  $A$  — множество алгоритмов решения задачи), на котором достигается экстремальное значение выбранного критерия оптимальности. Другими словами, предположим, что удалось провести разбиение пространства  $P$  векторов  $\{p_1 p_2 \dots p_n\}$  на подпространства  $P_a$ ,  $a = \overline{1, N}$  такие что

1) подпространства задач  $B_a$  и  $B_b$ , решаемых различными алгоритмами  $a$  и  $b$  не пересекаются, т. е.  $P_a \cap P_b = \Phi$ , если  $a, b \in A$   $a \neq b$ ;

2) сумма всех подпространств задач, решаемых различными алгоритмами, составляет пространство  $P$ , т. е.  $\bigcup_{a=1}^N P_a = P$ ,

3) если  $P(p_1 p_2 \dots p_n) \in P_a$ , то с наибольшей вероятностью  $a$ -тым алгоритмом достигается экстремум критерия оптимальности. Тогда решение поставленной задачи сводится к вычислению вектора  $P(p_1 p_2 \dots p_n)$  для «незнакомых» портфелей заданий, определению принадлежности точки, определяемой этим вектором, к одному из подпространств  $P_a$  и составлению календарного плана по алгоритму, соответствующему данному подпространству.

Указанная методика применяется при решении задачи оптимизации календарного планирования для предприятия дискретного типа, занимающегося испытанием готовых изделий. Задача формулируется в терминах теории массового обслуживания. Предприятие представляется многоканальной многофазовой системой массового обслуживания с ожиданием без потерь. Входящий поток образуется набором из  $I$  неоднородных заданий  $B_i$ ,  $i = \overline{1, I}$ , поступающих в случайные моменты времени. Каждое задание  $B_i$  представлено комплексом операций, топологическим упорядоченных графом  $G_i$ . Известна принадлежность каждой операции  $(\alpha, \beta)$  графа  $G_i$  определяемому аппарату обслуживания  $j$  и трудоемкость этой операции  $d(\alpha, \beta)$ . Дисциплина обслуживания задается некоторым решающим правилом  $R$ , построенным на основе применения аддитивно-взвешенной комбинации локальных правил предпочтения. Допущения в модели:

1) на обработку  $i$ -го задания на предприятии установлено нормативное время исполнения;

2) время работы системы (планируемый период) строго ограничено;

3) графы  $G_i$  имеют детерминированную структуру;

4) привязка требований к аппарату однозначна;

5) аппараты невзаимозаменяемы;

6) обслуживание осуществляется без потерь.

Требуется выбрать дисциплину очереди в системе массового обслуживания, которая давала бы экстремальное значение выбранного критерия эффективности.

Основной частью математической модели системы массового обслуживания является блок встраивания. Функции данного блока

закljučаются в последовательном встраивании требований  $(\alpha, \beta)_i$  из очереди  $\{(\alpha, \beta)\}_0^i$  на  $j$ -ый аппарат обслуживания, т. е. в определении момента начала обслуживания  $t^H(\alpha, \beta)_i$  требования  $(\alpha, \beta)_i$  в соответствии с топологией заданий  $G_i$ , пропускной способностью аппарата  $x_j$  и параметрами очереди  $\{(\alpha, \beta)\}_0^i$ . Множество искоемых значений  $\{t^H(\alpha, \beta)_i\}$  для всех  $(\alpha, \beta)_i \in \{(\alpha, \beta)\}_i$  при условии, что момент окончания обслуживания требования  $t^o(\alpha, \beta)_i$  равен

$$t^o(\alpha, \beta)_i = t^H(\alpha, \beta)_i + \tau(\alpha, \beta)_i,$$

(где  $\tau(\alpha, \beta)_i$  — время выполнения операции  $(\alpha, \beta)_i$ ), есть календарный план выполнения комплекса операций  $\{(\alpha, \beta)\}_i$  и, следовательно, задача блока встраивания заключается в нахождении оптимального по данному критерию режима функционирования системы. В каждый текущий момент времени определяется, занят или свободен аппарат обслуживания, формируется очередь на каждый свободный аппарат и для каждого аппарата выбирается из этой сформированной очереди требование, имеющее высший приоритет, которое встраивается в данный момент времени на обслуживание.

Выбор временного шага моделирования производится согласно методу особых состояний [6], т. е. поведение системы в процессе моделирования рассматривается лишь в моменты освобождения аппаратов обслуживания.

Автором разработаны алгоритмы и составлены соответствующие им программы для ЭЦВМ БЭСМ-4 с применением наиболее употребительных правил предпочтения, таких как: «первый пришел — первым должен быть обслужен» (FGFO) — правило кратчайшей операции, (SIO) — правило операции наибольшей продолжительности, а также их аддитивно-взвешенной комбинации. По указанным программам производился счет серии задач календарного планирования всеми входящими в первоначальный набор алгоритмами. Для каждой задачи с соответствующим ей портфелем заданий  $\Pi(p_1 p_2 \dots p_n)$  найден алгоритм  $a \in A$ , на котором достигается экстремальное значение выбранного критерия эффективности.

Одним из практических вопросов, подлежащих решению при использовании предлагаемого метода, является вопрос о выборе набора признаков (параметров), которые достаточно полно характеризовали бы распознающиеся образы. Предварительная обработка результатов с целью выделения характеристик задач, объединенных в одном классе (соответствующих одному классу), позволила выделить три параметра портфеля заданий.

Общий алгоритм решения задачи календарного планирования включает в себя следующие блоки:

1. Блок ввода исходной информации о портфеле заданий на планируемый период.
2. Блок расчета параметров задачи и построение вектора

$$P = P(p_1 p_2 \dots p_n).$$

3. Блок «распознавания» (выбор соответствующего алгоритма по вектору  $P(p_1 p_2 \dots p_n)$ ).
4. Счет задачи по выбранному алгоритму.
5. Формирование и выдача календарного плана.

Первые результаты, относящиеся к созданию обучающей последовательности для дальнейшего построения разделяющей плоскости и применения методов распознавания образов, позволяют сделать вывод о целесообразности применения выбранного метода.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Л. В. Кочнев. Оптимизация системы приоритетов в задачах расписания. В сб.: «Кибернетика и вуз». Вып. 3. Томск, Изд-во ТГУ, 1970.
2. П. Л. Степанов. Оптимизация комбинаций локальных правил приоритета с помощью самоадаптирующихся программ на ЭВМ. В сб.: «Кибернетика и вуз». Вып. 4. Томск, Изд-во ТГУ, 1971.
3. Т. П. Подчасова. Об оценках и выборе правил предпочтения в задачах календарного планирования. Автоматизированные системы управления предприятием. Вып. 1. Киев, Академия Наук СССР, 1968.
4. В. А. Татаров. О возможностях применения методов распознавания образов при автоматизации оперативно-производственного планирования и управления. М., Академия наук СССР, 1969.
5. Г. Фишер, Г. Л. Томпсон. Комбинации локальных правил календарного планирования применительно к самоадаптирующимся на вероятностной основе программам для электронно-вычислительной машины. В сб.: «Календарное планирование». Под ред. Дж. Ф. Мут и Дж. Л. Томпсон. М., «Прогресс», 1966.
6. Н. П. Бусленко. Моделирование сложных систем. М., «Наука», 1968.