ИЗВЕСТИЯ
ТОМСКОГО ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА им. С. М. КИРОВА

Том 294 1976

К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОАНИЯ 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 позволяет 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 $\Pi(p_1 p_2 \ldots p_n)$, где $p_1 p_2 \ldots p_n$ — 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 $\Pi_i(p^i_1 p^i_2 \ldots p^i_n)$ с указанием к какому классу каждый из них относится. В класс объединяются образы, для которых 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 $\{\Pi_i\}$, найден набор таких параметров $p_1p_2\ldots p_n$, 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 $\{p_1p_2\ldots p_n\}$ 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 $a, b \in A$ $a = b$;
2) сумма всех подпространств задач, решаемых различными алгоритмами, составляет пространство P, т. е. $\bigcup\limits_{a=1}^{N} P_a = P$,
3) если $P(p_1p_2\ldots p_n) \in P_a$, то с наибольшей вероятностью a-тым алгоритмом достигается экстремум критерия оптимальности. Тогда решение поставленной задачи сводится к вычислению вектора $P(p_1p_2\ldots p_n)$ для «незнакомого» портфеля 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 (α, β) 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 отработку 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 заключаются в последовательном встраивании требований $(\alpha, \beta)_i$ из очереди $\{(\alpha,\beta)\}^i{}_0$ на j-ый аппарат обслуживания, т. е. в определении момента начала обслуживания $t^н(\alpha,\beta)_i$ требования $(\alpha,\beta)_i$ в соответствии с топологией заданий G_i, пропускной способностью аппарата x_j и параметрами очереди $\{(\alpha,\beta)\}^i{}_0$. Множество искомых значений $\{t^н(\alpha,\beta)_i\}$ для всех $(\alpha,\beta)_i \subset \{(\alpha,\beta)\}$ при условии, что момент окончания обслуживания требования $t^\circ(\alpha,\beta)_i$ равен

$$t^\circ(\alpha,\beta)_i = t^н(\alpha,\beta)_i + \tau(\alpha,\beta)_i,$$

(где $\tau(\alpha,\beta)_i$ — время выполнения операции $(\alpha,\beta)_i$), есть календарный план выполнения комплекса операций $\{(\alpha,\beta)\}$ 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 $\Pi(p_1p_2\dots p_n)$ 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

$$P = P(p_1p_2\dots p_n).$$

3. Блок «распознавания» (выбор соответствующего алгоритма по вектору $P(p_1p_2\dots p_n)$.
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 самонастраивающихся 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 самонастраивающимся 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.