

А.Н. КУРБАЦКИЙ

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К АВТОМАТИЗАЦИИ И ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Theoretical background and engineering methods for analyzing, designing, developing and function optimization of info-technological organization management are presented.



Курбацкий Александр Николаевич – доктор технических наук, профессор, проректор по учебной и информационно-аналитической работе. Область научных интересов – построение информационно-технологических систем организационного управления, корпоративных информационных систем. Автор около 100 научных публикаций, в том числе четырех монографий и трех учебных пособий.

Принятие управленческих решений базируется на информации, которая является одним из основных ресурсов, сырьем и продуктом управления. Не вникая в детали, принятие решений на основе информации можно представить как решение трех основных задач: сбор релевантной информации; организация информации (хранение, распределение, доступ); переработка информации как сырья в информацию как продукт управленческой деятельности. Перечисленные задачи к настоящему времени достигли высокой степени теоретической проработки, их решение обеспечивается применением развитых технических, программных и методических средств. Между тем хотелось бы обратить внимание на важнейшую проблему, решение которой неизбежно на новом витке развития управленческих систем и востребовано уже сегодня. Речь идет о комплексе задач, относящихся к *технологии принятия управленческих решений*. Чтобы понять суть этой проблемы, рассмотрим, как решается сегодня третья – и главная – из сформулированных "информационных" задач. В конечном счете именно она определяет и состав первых двух задач.

Современные системы – информационно-аналитические, поддержки принятия решений – обеспечивают эффективность анализа и обработки информации в смысле *результативности*, т. е. получения качественного решения. Центральный вопрос здесь состоит в том, **как принимать правильные решения** на основе имеющейся информации, исчерпывающей либо неполной.

Теперь обсудим этот вопрос с другой точки зрения: как обеспечить эффективность управленческого процесса в смысле *продуктивности, рентабельности, рациональности*, другими словами, **как правильно принимать решения**, увеличить информативность данных как сырья и коэффициент полезного действия органа управления.

Как правило, современные автоматизированные системы напрямую или косвенно "удешевляют" и ускоряют решения. Но в большинстве случаев повышение рентабельности управления достигается за счет улучшения конечного результата – решения, а не за счет рационализации процесса принятия решения, т. е. технологии.

Одна из центральных наших посылок заключается в том, что на основе математического аппарата теории информации целесообразно и возможно дать количественную оценку ряду понятий: информация, ее ценность и релевантность и др. Даже простые формы теоретико-информационных оценок

позволяют перевести зачастую иллюзорные интуитивные представления о ценности и релевантности информации в плоскость обоснованных заключений. Далее необходимо построить теоретико-информационную модель принятия решений, которая позволила бы в любой момент управленческого процесса ответить на два важнейших вопроса: какое количество информации о решении получено и какое количество информации необходимо и достаточно (требуется получить) для принятия обоснованного решения.

Задача повышения продуктивности и снижения ресурсоемкости процесса управления за счет его внутренних резервов, очевидно, относится к классу оптимизационных. Допустим, нам удалось выразить числом I количество релевантной информации о решении и оценить стоимость c этой информации. При проектировании технологических процессов принятия решений вместо критерия $I \rightarrow \max$ (получить максимально полную информацию, а затем переработать ее в решение) целесообразно использовать критерий

$$\frac{I}{c} \rightarrow \max,$$

где $I = \text{const}$ для конкретной задачи, т. е. получить с минимальными затратами информацию, необходимую и достаточную для принятия обоснованного решения (причем формальный аппарат позволяет априори оценить количество этой информации).

Идея здесь в том, что, не зная еще самой информации, приводящей к решению, на основе априорных знаний и с использованием формальных методов следует определить ее ценность, релевантность и спроектировать оптимальную стратегию сбора и переработки этой информации. Помимо этого, оптимизация в различных формах должна выполняться на всех иерархических уровнях вплоть до отдельных операций обработки информации [1].

Под *процедурой* (или *операцией*) *принятия решения* будем понимать совокупность согласованных действий, выполняемых в целях выработки и принятия управленческих решений.

Действующими факторами $\Phi = \{\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n\}$ *процедуры принятия решения* назовем объективные условия и обстоятельства, непосредственно влияющие на ее исход, т. е. на принимаемое решение. К основным группам действующих факторов мы относим состояние объекта управления, воздействие со стороны вышестоящего органа управления, факторы внешней среды. Далее мы полагаем, что решение принимается и обосновывается по данным анализа значений действующих факторов, а действия, направленные на определение этих значений, составляют основную часть процедуры принятия решений.

Тестом назовем совокупность действий, выполняемых с целью определить значение действующего фактора. Термин "тест" мы используем для краткого именованя совокупности технологических операций, результатом которых является некоторое промежуточное управленческое решение, и это решение формально представляется как значение действующего фактора. Множеству $\Phi = \{\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n\}$ действующих факторов поставим в соответствие множество $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ тестов. Под *стоимостью* $c(v_j)$ теста v_j будем понимать интегральную оценку затрат ресурсов, требуемых для выполнения теста.

Комбинация значений действующих факторов $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n$ определяет конкретные условия принятия решений и описывает, иначе говоря, *ситуа-*

цию, в которой принимается решение. Установить ситуацию – означает выполнить тесты $\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ и определить их значения $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$.

Под *стратегией принятия решений* будем понимать описание состава и порядка анализа действующих факторов. По существу, стратегия принятия решений задает способ расходования ресурсов в целях определения ситуации и принятия решения.

По сути, нас интересуют множество альтернативных решений, множество действующих факторов, описание тестов и их стоимость и главное – априори заданное соответствие между ситуациями и решениями.

Одной из наиболее удачных форм представления этих сведений является так называемая *таблица решений*. Исходные данные для проектирования стратегий принятия решений будем представлять в этой форме. Рассмотрим ее более подробно. Не вникая в детали, будем полагать, что для накопления априорных знаний и построения таблиц решений используются два основных подхода: сбор статистических данных и (или) экспертиза.

Допустим, определено множество действующих факторов процедуры принятия решений, получены данные о возможных комбинациях значений действующих факторов (ситуациях), и число этих комбинаций равно K .

Обозначим $U = \{u_1, \dots, u_s, \dots, u_K\}$ конечное множество ситуаций, в которых принимается решение. Положим, для каждой ситуации $u_s \in U$ известна вероятность $p(u_s)$ реализации этой ситуации. Другими словами, $p(u_s)$ есть вероятность определенного "стечения обстоятельств", т. е. комбинации значений действующих факторов. Сумма вероятностей $p(u_s)$ равна единице.

Положим далее, что на основе прошлого опыта или экспертизы установлено, что в ситуации $u_s \in U$ следует принять решение x_i . Пусть $X = \{x_1, \dots, x_m\}$ представляет собой множество решений, где m – число возможных решений.

Таким образом, имеется отображение $f: U \rightarrow X$ множества ситуаций в множество решений. Это отображение представляется таблицей решений. Ситуации $u_s \in U$ ставятся в соответствие решение $x_i \in X$, а также результаты $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ тестов множества $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$. Результаты тестов представляют значения действующих факторов процедуры принятия решения. Таким образом, ситуации как проявления действующих факторов определяются в таблице решений *комбинациями (или наборами) значений тестов*.

Заметим, что для принятия управленческого решения совокупность известных значений действующих факторов, как правило, является условием необходимым, но недостаточным (в отличие от ряда технических систем, в которых решение принимается автоматически по результатам тестов). Управленческое решение принимается руководящим лицом либо органом, и мотивация этого решения обычно включает дополнительные неформальные соображения.

Один из наиболее эффективных подходов к решению задачи принятия решений предполагает построение *деревьев и диаграмм решений*, в которых тесты определяют узлы, а листья дерева (диаграммы) указывают подмножества ситуаций, в которых принимается одно и то же решение.

Пусть задана решающая функция f , а именно:

а) определено множество $X = \{x_1, \dots, x_m\}$ возможных вариантов решения;

б) определены действующие факторы процедуры принятия решения и представлены множеством $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ переменных решающей функции; каждая переменная представляет значения действующего фактора, переменной поставлена в соответствие технологическая операция, направленная на установление значения действующего фактора; для каждой технологической операции определена стоимость $c(v_j)$ ее выполнения;

в) сформирована таблица решений, в которой наборы значений $\alpha_{j_1}, \alpha_{j_2}, \dots, \alpha_{j_n}$ переменных множества V представляют множество U ситуаций; ситуация отражает совокупное состояние объекта управления и факторов внешней среды; указано отображение $f: U \rightarrow X$ множества ситуаций в множество решений.

Таким образом, априори известно, что в некоторой ситуации u_s рекомендуется принять решение x_i . Следовательно, с точки зрения исследователя задача нахождения формального решения (с целью выработать рекомендации лицу либо органу, принимающему ответственное решение) сводится к распознаванию ситуации. Это означает, что путем выполнения технологических операций и установления значений действующих факторов необходимо выделить ситуацию среди множества других ситуаций. При этом не требуется различать ситуации, в которых принимается одно и то же решение. Характерными признаками (атрибутами) ситуации являются значения действующих факторов, представленные значениями переменных решающей функции.

Задачи выработки стратегии принятия решений можно рассматривать в следующих двух вариантах.

1. Разрабатывается методика нахождения формального решения в реальном режиме времени. Реализация этой методики предполагает создание интерактивной подсистемы, задача которой состоит в том, чтобы при заданных значениях группы действующих факторов выработать рекомендацию, значение какого фактора необходимо определить следующим (т. е. какую технологическую операцию нужно выполнить следующей), с тем чтобы минимизировать стоимость принятия решения. Данную методику целесообразно применять при реализации процедур принятия решений уникального содержания.

2. Разрабатываются методики конструирования деревьев решений. Дерево решений определяет действия оперирующей стороны, а именно состав и порядок выполнения технологических операций во всех заданных в таблице решений ситуациях. Эти методики предназначены для проектирования стратегий принятия решений типовых (массовых) процедур.

Для построения деревьев решений предлагаются две методики.

Первая методика предназначена для конструирования дерева решений в общем случае. При ее реализации строится такое дерево решений, в котором не накладываются ограничения на порядок выполнения тестов. Практически это означает, что узлу дерева решений может ставиться в соответствие любая переменная решающей функции. В результате для различных ситуаций порядок выполнения тестов в общем случае различен. Такое дерево решений отвечает требованиям оптимальности (квазиоптимальности) с точки зрения принятого критерия эффективности, но имеет ряд недостатков при практической реализации стратегий принятия решений в управленческой сфере.

Результатом применения второй методики является так называемое *упорядоченное дерево решений*, в котором выбор следующего теста не зависит от результатов предыдущих тестов. Для выполнения этого условия конструируется дерево решений, в котором узлам одного уровня соответствует один и тот же тест. При реализации стратегии, которую задает такое дерево решений, для нахождения решения в различных ситуациях выполняется различное число тестов, но порядок их выполнения не изменяется. Этот частный случай интересен как в практическом, так и в теоретическом плане.

С практической точки зрения упорядоченные деревья решений просты в реализации, допускают возможность эффективного планирования процесса подготовки и принятия решений и его распараллеливание. В теоретическом плане рассмотрение данного частного случая деревьев решений позволило исследовать более эффективную с точки зрения вычислений технику определения информационных оценок и альтернативный критерий оптимизации. Его применение позволяет находить последовательности выполнения технологических операций не только наиболее информативные, но и доставляющие информацию, наиболее релевантную искомому решению.

Подробное описание теоретико-информационного метода анализа решающих функций, теоретико-информационной модели процедур принятия решений и информационно-технологической модели управления в целом имеется в [1–3].

1. Курбацкий А.Н. Автоматизация обработки документов. Мн., 1999.
2. Курбацкий А.Н., Чеушев В.А. Информационный метод анализа и оптимизации в системах поддержки принятия решений. Мн., 1999.
3. Курбацкий А.Н. Построение информационно-технологических систем. Мн., 2001.

Поступила в редакцию 25.06.2001.

УДК 519.4

В.М. КОТОВ

АСИММЕТРИЧНАЯ ЗАДАЧА КОММИВОЯЖЕРА С ДЛИНАМИ ДУГ, РАВНЫМИ 1 ИЛИ 2

We present an approximation algorithm with worst-case performance $4/3$ for the special case of the Asymmetric Travelling Salesman Problem in which all weights are either one or two.



Котов Владимир Михайлович – кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой дискретной математики и алгоритмики. Область научных исследований – комбинаторная оптимизация, теория алгоритмов, приближенные алгоритмы.

Автор более 60 научных работ, соавтор учебных пособий.

Хорошо известно, что если $P \neq NP$, то для задачи коммивояжера (TSP) с произвольными весами ребер не существует полиномиального приближенного алгоритма с гарантированной оценкой точности. В случае, когда веса ребер удовлетворяют неравенству треугольника, становится возможным построение полиномиального приближенного алгоритма с гарантированной оценкой точности. Лучшим из алгоритмов является алгоритм Кристофидеса–Сердюкова [1].