

УДК 681.322

Ю.В. ПАРЖИН¹, Н.Ю. ЛЮБЧЕНКО²¹Национальный технический университет "ХПИ", Украина²Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Рассматриваются вопросы формализации процессов управления в сложных организационных системах с целью разработки информационной технологии построения системы поддержки принятия управленческих решений, заключающейся в создании формально-логических средств представления знаний и данных о проблемной области на основе семантических сетей и списков поддержки истинности принимаемых решений.

организационная система, математические модели оптимального планирования, функция цели

Введение

На основании проведенного анализа результатов исследований, представленных в работах [1 – 2], можно сделать вывод о том, что практика проектирования информационных систем поддержки принятия решений в организационных системах (ОС) управления раскрыла недостатки существующих информационных технологий, заключающиеся, прежде всего, в отсутствии универсальных формально-логических средств представления знаний и данных, способных адекватно отражать процессы функционирования ОС. В настоящее время существует множество формализмов для представления знаний и данных, которые используются в диалоговых системах поддержки принятия решений: логические языки представления знаний, реляционные языки, ролевые фреймы. Однако наиболее гибкими являются проблемно-ориентированные системы. В таких системах возможно аксиоматизировать знания о предметной области и эффективно манипулировать ими как формальными объектами. Сформулируем общие требования к разрабатываемым формально-логическим средствам построения семиотической (логико-лингвистической) модели проблемной области в диалоговых системах поддержки при-

нятия решений:

- 1) обеспечение возможности логического вывода, который должен быть управляем семантически, а не основываться на методах прямого перебора;
- 2) обеспечение единого подхода к представлению интенциональной и экстенциональной информации о проблемной области;
- 3) обеспечение гибкого многоаспектного представления информации.

В настоящее время не существует универсальных формально-логических средств, которые бы полностью удовлетворяли данным требованиям. Поэтому возникает необходимость разработки формально-логических средств, которые бы, с одной стороны, учитывали преимущества существующих языков представления знаний, а с другой – специфику конкретной проблемной области и классов решаемых в ней задач [2].

Цель статьи. Для разработки формально-логических средств поддержки принятия решений, отвечающих приведенным требованиям, необходимо провести исследование процессов управления в ОС с целью формализации процедуры принятия управленческих решений и определения требований к формированию процедур поддержки истинности

принятия решений. Ввиду того, что принимаемые в ОС решения должны быть в определенном смысле оптимальными (соответствовать критериям оптимальности), разрабатываемые технологии построения формально-логических средств поддержки принятия решений предназначены для автоматизации выработки решений, оптимизирующих систему критериев управляемых процессов.

Результаты исследований

В настоящее время при оптимизации процесса управления операциями широко используются модели оптимального планирования [1]. При этом построение моделей оптимального планирования связано с применением экономико-математических методов и методов исследования операций, когда варьируемые показатели плана выбираются из условия экстремума меры эффективности операции.

Использование математических моделей оптимального планирования операций предполагает наличие глобального критерия выбора стратегии, выражающегося аналитически и обеспечивающего оптимальное в определенном смысле протекание операции. Поскольку управляемая подсистема, по управлению которой приходится принимать решения, включает значительное количество объектов, взаимодействующих в процессе ее функционирования, а качество управляющих воздействий необходимо оценивать с различных точек зрения, составными элементами глобального критерия являются сдельные показатели качества, связанные с ним функционально или статистически [1].

Предположим, что глобальный показатель качества состояния объекта управления K_o^* , который будем в дальнейшем называть функцией цели, относительно поставленной цели определяется совокупность показателей $\{K_v^*\}$ низшего уровня

$$K_o = K(K_1, K_2, \dots, K_v, \dots, K_m), \quad (1)$$

где K_v – некоторое множество значений показателя качества v . Среди них есть те, которые удовлетво-

ряют условию выполнения цели Z :

$$K_{1g} \subset K_1, \dots, K_{vg} \subset K_v, \dots, K_{mg} \subset K_m. \quad (2)$$

Следовательно, цель управления будет считаться выполненной, если управляемая подсистема к моменту завершения операции будет находиться в состоянии, характеризующимся допустимым значением целевой функции

$$K_{og} = K(K_{1g}, K_{2g}, \dots, K_{vg}, \dots, K_{mg}), \quad (3)$$

где K_{vg} – множество допустимых значений v -го показателя качества.

В множестве $\{K_{vg}\}_{v=1}^m$ существуют такие значения показателей качества, которые доставляют K_o^* оптимальное значение:

$$K_{opt} = K(K_{1opt}, K_{2opt}, \dots, K_{vopt}, \dots, K_{mopt}); \quad (4)$$

$$K_{1opt} \subset K_{1g}, \dots, K_{vopt} \subset K_{vg}, \dots, K_{mopt} \subset K_{mg}.$$

Каждый из показателей качества зависит от параметров состояния управляемой подсистемы, которые обозначим вектором

$$x = [x_1, \dots, x_j, \dots, x_n]. \quad (5)$$

При оптимизации функции цели варьируется вектор параметров системы с тем, чтобы выбрать такое значение x , при котором выполняется условие (4).

В общем случае каждый из показателей качества K_1^*, \dots, K_m^* зависит от n параметров

$$K_i = F_i(x_1, \dots, x_n), \quad i = \overline{1, m}. \quad (6)$$

Для проведения операции оперирующая сторона располагает некоторым количеством ресурсов – активных средств, значения которых в момент времени t определяются вектором

$$U(t) = [U_1(t), \dots, U_r(t)]. \quad (7)$$

Распределяя ресурсы соответствующим образом, т.е. изменяя $U(t)$, можно влиять на параметры состояния системы. Необходимо отметить, что каждый вид ресурса у оперирующей стороны имеется в ограниченном количестве, т.е.

$$U_\beta(t) \leq U_\beta^0 \mid t \in [t_0, t_1], \quad (8)$$

где $T_{опер} = [t_0, t_1]$ – время проведения операции.

Параметры системы связаны с ресурсами:

$$x_j = g_j(U_1, \dots, U_\beta, \dots, U_r), \quad j = \overline{1, n}. \quad (9)$$

В реальных системах для каждого параметра состояния существует вектор параметров ресурсов, который определяет экстремальное значение функции цели. Для этого определяется минимальная "уступка", которая может быть дана j -му параметру состояния при оптимизации по μ -му параметру. Оптимальным вектором ресурсов естественно считать тот, при котором обеспечивается минимум суммы "уступок" по всем параметрам с учетом их веса в формировании значения K_v^* .

Поскольку все показатели качества в общем случае взаимозависимы через параметры состояния, то далее строится матрица "уступок" v -му показателю качества при оптимизации по ρ -му показателю.

Оптимальный вектор ресурсов, при котором достигается экстремальное значение целевой функции, при $l \neq v$; $U_\beta \leq U_\beta^0$, $\beta = \overline{1, r}$ определяется как

$$\Delta G^*(U_1^*, \dots, U_\beta^*, \dots, U_r^*) = \min_{U_1^*, \dots, U_r^*} \left\{ \sum_{v=1}^m \sum_{j=1}^n \Delta g_{j\mu}^v \sigma_j^v \Theta_j^v + \sum_{l=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{\mu=1}^n \Delta g_{j\mu}^{vl} \sigma_v \Theta_v \right\}, \quad (10)$$

где $\Delta g_{j\mu}^{vl}$ – минимальная "уступка", которая может быть дана j -му параметру состояния, определяющему v -й показатель качества, при оптимизации по μ -му параметру состояния, который определяет значение l -го показателя качества; σ_j^v – коэффициент приведения к единой мере всех "уступок", определяемых для j -го параметра v -го показателя качества относительно оптимальных значений этого же параметра для других показателей качества; σ_v – коэффициент приведения к единой мере всех "уступок"; Θ_v – вес v -го показателя качества.

Веса Θ_v и Θ_j^v зависят от степени удаления состояния S , в котором находится система, от состояния с экстремальным значением целевой функ-

ции. Они определяются следующими зависимостями:

$$\Theta_{vS} = \rho \left(K_{vopt} - K_{vS} \right); \quad (11)$$

$$\Theta_{jS}^v = h \left(x_{vjopt} - x_{vjS} \right), \quad \sum_{v=1}^m \Theta_{vS} = 1; \quad \sum_{v=1}^m \sum_{j=1}^n \Theta_{jS}^v = 1,$$

где K_{vS} , x_{vjS} – соответственно значения v -го показателя качества и j -го параметра в S -м состоянии управляемой системы.

Так как на выполнение целей управления существенное влияние оказывают не только значения компонент ресурсов, но и стратегия распределения ресурсов во время проведения операций, то выбор оптимальной стратегии определим следующим образом:

$$Q(U_1^*, \dots, U_\beta^*, \dots, U_r^*) = \max_{S=1}^{\bar{S}} \left| \max_{\Delta G} \Phi \left[U^S; \Delta G_{U^S} \right] - \max_{\Delta G} \Phi \left[U^{S-1}; \Delta G_{U^{S-1}} \right] \right| \quad (12)$$

при условии, что $\sum_{S=1}^{\bar{S}} \Delta t_{S,S-1} \leq T_{onep}$; $\sum_{S=1}^{\bar{S}} U^S \leq U^0$.

В выражении (12)

$$K_{opt}^{S+1} = \max_{\Delta G} \Phi \left[U^S; \Delta G_{U^S} \right] \quad (13)$$

определяет экстремальное значение целевой функции, которое может быть получено в $S+1$ -м состоянии системы, при условии, что в S -м состоянии для проведения операции имеется объем ресурсов U^S . Здесь $S=0$, $S = \bar{S}$ – соответственно состояния в моменты начала и окончания операции, а $\Delta t_{S,S-1}$ – время перевода системы из $S-1$ -го состояния S .

В реальных условиях на проведение операций существенное влияние оказывает внешняя среда. При этом наиболее распространенными являются случаи, когда стратегия поведения среды либо полностью неизвестна, либо известна частично. Внешняя среда воздействует на управляемую систему таким образом, что изменяет состояние системы (параметры состояния) и количество ресурсов, выделяемых на проведение операций. После воздействия внешней среды в момент времени $0 \leq t_S' < T_{onep}$ стратегия выбора и распределения

ресурсов по достижению экстремального значения целевой функции определяется следующим образом:

$$Q[U_1^*, \dots, U_\beta^*, \dots, U_r^*, y(t_{S'})] = \\ = \max_{S=S'} \sum_{S'} \left[\max_{\Delta G} \Phi[U^{S+1}; \Delta G_{U_{S'+1}}(y(t_{S'}))] - \right. \\ \left. - \max_{\Delta G} \Phi[U^{S'}; \Delta G_{U_{S'}}(y(t_{S'}))] \right]; \quad (14)$$

где $\Delta G_{U_{S'}}(y(t_{S'})) = \sum_{v=1}^m \left\{ \sum_{j=1}^n \sum_{\mu=1}^m \Delta g_{j\mu}^v(y(t_{S'})) \sigma_j^v h \times \right.$
 $\times \left[x_{vjopt} - x_{vjS'}(y(t_{S'})) \right] +$
 $\left. + \sum_{l=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{\mu=1}^m \Delta g_{j\mu}^{vl}(y(t_{S'})) \sigma_{v\mu} \rho \left[k_{vjopt} - k_{vjS'}(y(t_{S'})) \right] \right\};$
 $\sum_{S=S'}^{S'} \Delta t_{S', S'+1} \leq T_{onep} - \sum_{S=0}^{S'} \Delta t_{S, S+1}; \quad (15)$
 $\sum_{S=S'}^{S'} U^S \leq Z \left[U^0 - \sum_{S=0}^{S'} U^S; y(t_{S'}) \right].$

Математические модели оптимального планирования операций существенным образом определяются степенью знания о стратегиях воздействия внешней среды. В этих моделях могут быть учтены либо определенные знания об этих стратегиях, либо знания с различной степенью неопределенности вероятностного характера.

В общем случае соотношение для определения оптимальной стратегии имеет вид:

$$\bar{Q}[U_1^*, \dots, U_\beta^*, \dots, U_r^*, y(t)] = \\ = \arg \max_1 \min_2 \int \int W\{\dots\} dF_1(U^{S'}) dF_2[y(t_{S'})], \quad (16)$$

где $dF_1(U^{S'})$, $dF_2[y(t_{S'})]$ – функции распределения соответственно случайных величин $U^{S'}$, $y(t_{S'})$, выражение в фигурной скобке – аргумент функции W в выражении (15).

Математические модели (15) и (16) составляют существо оперативного управления, осуществляемого в корневых узлах ОС. Оперативное управление заключается в решении последовательности задач в

процессе проведения операций, направленных на достижение целей или выполнение плана операции. Действительно, желаемые ситуации для органов управления ОС в основном определены заранее и функции элементов организационной структуры ОС заключаются в том, чтобы управлять операциями, направленными на нейтрализацию воздействий внешней среды.

Выводы

Таким образом, при построении математических моделей оптимального планирования операциями, учитывающих случайные факторы, приходится иметь дело с разной степенью точности знания функции распределения, связанной с неполнотой знания о внешней среде и состоянии ОС в определенные моменты времени. Данное обстоятельство является одним из основных противоречий цели управления (выработки и/или выбора оптимального управленческого решения) и способа принятия данного решения, связанного с неполнотой и противоречивостью данных и знаний о моментах и степени воздействия внешней среды на органы и объекты управления ОС, а также неформализуемым влиянием «человеческого фактора» на результат принятия решения. Данную проблему возможно решить в результате применения в процессе выбора управленческих решений списков поддержки истинности принимаемых решений, входящих в структуру стратифицированной семантической сети и процедур логико-семантического вывода.

Литература

1. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем. – М., СПб., К., 2003. – 863 с.
2. Сироджа И.Б. Математическое и программное обеспечение интеллектуальных компьютерных систем. – Х.: ХАИ, 1992. – 100 с.

Поступила в редакцию 2.10.2006

Рецензент: д-р техн. наук, проф. И.И. Обод, Национальный технический университет «ХПИ», Харьков.