

ПРОБЛЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Бекмуратов Т.Ф., Ишанходжаев Г.К.
НИИ «Алгоритм-инжиниринг» АН Республики Узбекистан

Любую многоуровневую логистическую систему мы будем рассматривать как совокупность объектов (элементов, звеньев, подсистем и т.д.), предназначенную для выполнения некоторого определенного вида работ или решения достаточно четко очерченного класса задач. В соответствии с этим процесс функционирования интегрированной информационной логистической системы представляется как совокупность действий ее подсистем, звеньев, элементов, подчиненных единой цели

Управление, как совокупность целенаправленных действий, реализуется в соответствии с целью функционирования логистической системы и принципами принятия решений в конкретных ситуациях. Управляющие воздействия формируются на основе накопленной и функционирующей в интегрированной информационной логистической системе (ИИЛС) информации, а также сведений, поступающих по каналам прямой и обратной связи из внешней среды. Таким образом, важнейшие функции любой системы управления - получение информации, выполнение процедур по ее обработке с помощью разработанных методов, моделей, алгоритмов и программ, формирование на основе полученных сведений управленческих решений, определяющих дальнейшее поведение системы.

Звено ИИЛС можно представить как некоторый объект, преобразующий в него материальные, информационные потоки. Кортеж $\langle X, R, C \rangle$ представляет собой векторы параметров входящих материального $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, информационного $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ и финансового $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ потоков, $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ - вектор внешних возмущений (воздействий окружающей макро- и микроэкономической среды); $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$ - вектор параметров состояния звена ИИЛС.

Выходной кортеж $\langle Y', R', C' \rangle$ представляет выходные векторы параметров материального (Y'), информационного (R') и финансового (C') потоков, размерность которых в общем случае может не совпадать с размерностью входных векторов.

Общую структуру ИИЛС представим в виде взаимосвязанных звеньев логистической цепи, выход которых определяется как $Y_i' = F_i(Z_i, X_i)$, где $i = \overline{1 \div I}$, - число звеньев в логистической цепи; $X_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik})$ - вход i -го звена; $Z_i = (Z_{i1}, Z_{i2}, \dots, Z_{ik})$ - состояние i -го звена. Состояние \overline{Z}_i i -го звена, соответствующее требуемому нормальному режиму функционирования, определяется входными данными этой системы, т.е. $\overline{Z}_i = f(\overline{x}_i)$. Выход системы \overline{Y}_i для нормального режима функционирования определяется как соответствующими состояниями ее подсистем, так и их входной информацией, т.е. $\overline{Y}_i = F(\overline{Z}_i, \overline{X}_i)$, где $\overline{Z}_i \in Z_i$, $\overline{X}_i \in X_i$. В свою очередь, состояние системы в целом определяется состоянием ее подсистем и их входами, т.е. $Z = P(\{Z_i\}, \{X_i\})$.

Таким образом, общая задача управления сложной производственной системой формулируется следующим образом: необходимо подобрать такое управление, чтобы при заданном входе \overline{X} и текущем состоянии $\overline{Z}_i = f_i(\overline{X}_i)$, выход \overline{Y} и окончательное состояние системы \overline{Z} были бы приемлемыми. Для этого необходимо нейтрализовать недопустимые и

подавить нежелательные входы звеньев логистической системы, которые могут привести к нежелательным Y_i или Z_i , изменить текущее состояние Z_i таким образом, чтобы при известном входе обеспечить более желательный выход.

Создание и реализация ИИЛС для сложных многоуровневых распределенных производственных комплексов требует проведения системного анализа проблемы, использования методов построения и организации координации функционирования многоуровневых иерархических систем и систем поддержки принятия решений [1].

При постановке задачи интеграции структуры системы, выполняемые ею функции, представляются в виде

$$F = f(\Pi, B),$$

где Π - множество возможных принципов построения системы;

B - множество возможных взаимосвязанных звеньев системы.

Состояние i -го элемента Z_i - системы определяется зависимостью

$$Z_i = f_i(P_i F),$$

где P_i - параметры структуры системы, $i = \overline{1 \div n}$.

В частном случае параметрами структуры системы являются состав и свойства ее элементов. Тогда критерий эффективности функционирования системы K , представляющий собой некоторый функционал Φ , зависящий от состояния и характеристики функционирования системы, запишем в виде

$$K_j = \Phi(\overline{Z_j}) \rightarrow \max.$$

Одна из особенностей условий функционирования ИИЛС на современном этапе вытекает из множественности компонент системы и этапов решаемых задач со сложными внутренними и внешними взаимосвязями. Кроме того, функционирование систем происходит в условиях быстроизменяющегося окружения организации (внешней среды), используемых технологий, конъюнктуры рынка. Это обстоятельство не позволяет в полном объеме и с требуемой точностью получать и учитывать всю информацию об указанных факторах. Поэтому анализировать и прогнозировать ситуацию, а также принимать решения приходится в условиях неопределенности, а именно: в условиях множественности и, зачастую, противоречивости локальных целей (критериев), неполноты, неточности и нечеткости противоречивости значений параметров в анализируемых ситуациях, недетерминированности процедур формирования принимаемых решений.

Таким образом, решения в современных логистических системах, принимаемых в условиях риска и неопределенности, относятся к классу неструктурированных или слабоструктурированных, т.е. к классу интеллектуальных. Поэтому системы поддержки принятия решений (СППР), формирующие решения такого типа, также являются интеллектуальными.

В [2] приведена классификация задач принятия решений, рассмотрены типовые задачи и структура интеллектуальной СППР, ориентированные на системы мониторинга. Применительно к логистическим системам математическая постановка задачи принятия неструктурированных решений формулируется аналогичным образом.

Заданы: $D_i = \{d_{ik}\}, i = \overline{1, N}, k = \overline{1, M}$ - множество допустимых локальных решений (точнее, альтернатив рекомендаций d_{ik} для i -го этапа логистического процесса (звена системы). Отметим, что в общем случае число вариантов рекомендаций k для различных этапов может быть также различным; $W_i(d_{ik})$ - показатель эффективности d_{ik} -го решения

(локальная цепь i -го этапа); $D_c(d_{cl})$, $l=1, M$ – множество допустимых глобальных общесистемных решений; $W_i(d_{cl})$ – показатель эффективности d_{cl} -го решения (общесистемная глобальная цепь).

Требуется:

1) выбрать наилучшее локальное решение $d_{ik} \in D_i$, которому соответствует наибольшее значение $W_i(d_{ik})$, т.е.

$$d_{ik}^0 = \arg \max_{dik \in Di} W(dik) \quad (1)$$

2) выбрать и сформировать множество наилучших локальных решений $D^0 = \{d_{ik}^0\}$, $i = \bar{1}, \bar{N}$, обеспечивающих наилучшее глобальное общесистемное решение $d_{cl}^0 \in D_c$, \rightarrow которому соответствует наибольшее значение $W_c(d_{cl}^0)$, т.е.

$$d_{cl}^0 = \arg \max W(d_{cl}) \quad (2)$$

Первая задача является задачей принятия локальных решений, а вторая – глобальных, общесистемных решений. Для логистических систем важны обе задачи, но наибольшую практическую значимость имеют задачи второго типа. Здесь важно правильно учитывать взаимосвязь локальных и общесистемных показателей эффективности.

Эта взаимосвязь определяется выражением

$$W(d_{ik}) = Q(W_c), \quad (3)$$

где Q – функционал, характеризующий взаимосвязь (корреляцию) локальных и глобального показателей эффективности (критериев качества, целей). При этом Q может иметь вид либо конкретного функционала, либо вид качественного соответствия. В первом случае Q отражает количественную, а во втором – качественную взаимосвязь локальных и глобальных критериев.

Обратная форма выражения (3) запишется в виде:

$$W_c = P[W(d_{ik})], P = Q^{-1}. \quad (4)$$

В частности, количественную взаимосвязь можно описать уравнением

$$W_c = \sum_{i=1}^N d_i w(d_i), \quad (5)$$

где: $-1 \leq a_i \leq 1$ (для нормированного случая) являются конкретными четкими числами.

$$W(d_i) \in \{W(d_{ik})\}, k = 1, \bar{m}.$$

Так, при формировании глобальной цели (показания эффективности) в соответствии с концепцией минимизации совокупных затрат [3], осуществляемых на всех звеньях и этапах схемы функциональных миссий организации, выражение (5) строится на основе принципа компромисса затрат. В этом случае для получения наилучшего значения глобального критерия зачастую по отдельным статьям затраты на некоторых этапах и звеньях могут быть увеличены, а на других – уменьшены по сравнению с найденными оптимальными значениями локальных критериев $W(d_{ik}^0)$. В этом случае для соответствующих статей затрат данного или различных этапов и процессов предлагается допустимость положительных и отрицательных значений коэффициентов α_i .

Выражение (5) может отражать и соответствующую степень неопределенности в количественной взаимосвязи локальных и глобальных критериев. Эта неопределенность может иметь стохастическую (вероятностную) или не стохастическую природу. В первом случае значения α_i определяются соответствующими значениями и их вероятности - $P(\alpha_i)$.

Для выполнения необходимых вычислений при формировании принимаемых решений используются методы теории вероятностей и исследования операций.

Во втором случае не стохастическая природа взаимосвязей описывается нечетким множеством числовых значений коэффициентов α_i , вида

$$\tilde{A} = \sum_{i=1}^n \mu_a(\alpha_i) / \alpha_i, \quad (6)$$

где $\tilde{A} \in A$ - нечеткое множество на универсальном множестве $A = \{\alpha_i\}, i = \overline{1, n}$; $\mu_a(\alpha_i)$ - характеристическая функция принадлежности, отражающая степень принадлежности коэффициента со значением $\alpha_i \in A$ нечеткому множеству \tilde{A} . Значения $\mu_a(\alpha_i)$ располагаются в диапазоне $[0, 1]$.

В случае, когда взаимосвязь между глобальной и локальными критериями в виде количественной функциональной зависимости получить затруднительно или невозможно (что имеет место в большинстве реальных задач ПР \rightarrow в сложных системах, выражение (4) представляют совокупностью лингвистических правил (информационных гранул, высказываний, импликаций) типа

$$\bigvee_{p=\overline{1, k}} \bigwedge_{i=\overline{1, n}} \text{если } (X_i = \alpha_i, \mathbf{j}p), \text{ то } y = d_j; j = \overline{1, m}, \quad (7)$$

где \bigvee, \bigwedge - логические операции ИЛИ, И; $\alpha_i, \mathbf{j}p$ - лингвистический терм (значение) лингвистической переменной X_i в строке с номером $\mathbf{j}p (p = \overline{1, k})$; K_j - количество строк конъюнкций, в которых выход (заключение) y оценивается лингвистическим термом d_j ; m - количество термов, используемых для лингвистической, т.е. качественной оценки выходной переменной y .

Множество (7) формируется и представляется нечеткой в базе знаний СППР. Все лингвистические термы представляются как нечеткие множества, заданные соответствующими функциями принадлежности.

$$a_i, \mathbf{j}p = \sum_{x_i}^{\bar{x}_i} \mu_{\mathbf{j}p}(x_i) / x_i, x_i \in [x_i, \bar{x}_i], \quad (8)$$

$$d_j = \sum_y^{\bar{y}} \mu_{d_j}(y) / y, y \in [y, \bar{y}]. \quad (9)$$

Здесь $\mu_{\mathbf{j}p}(x_i)$ - функция принадлежности x_i нечеткому терму $a_i, \mathbf{j}p, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}, p = \overline{1, k}$; $\mu_{d_j}(y)$ - функция принадлежности y нечеткому терму d_j .

Степень принадлежности конкретного $j, j = \overline{1, m}$ входного вектора $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ нечетким термом d_j из базы знаний (7) определяется следующей системой нечетких логистических уравнений

$$\mu_{d_j}(X^*) = \bigvee_{p=1, k_j} \bigwedge_{i=1, n} [\mu_{\mathbf{j}p}(x_i^*)], j = \overline{1, m}, \quad (10)$$

Нечеткое множество \tilde{y} , соответствующее входному вектору X^* , определяется следующим образом:

$$\tilde{y} = j = \overline{1, m} \left[\sum_y^{\bar{y}} \text{imp}(X^*), \mu_{d_j}(y) / y \right], \quad (11)$$

где **agg** - агрегирование нечетких множеств, реализуемое обычно операцией нахождения максимума (операцией ИЛИ) значений функций принадлежности; **imp** - импликация, реализуемая, как правило, операцией нахождения минимума (операцией И).

Для анализируемого выражения (4) в приведенных уравнениях (7)-(11) входными

переменными являются не численные значения, а лингвистические термы $W(d_{ik})$. Выходными переменными являются, соответственно, лингвистические термы W_c . Функционал $P = Q^{-1}$ имеет вид совокупности правил (7).

В базе знаний СППР совокупность правил (7) обычно сводится в таблицу соответствий типа

$$\langle \text{ситуации } (S) \Rightarrow \text{решения } (D) \Rightarrow \text{критериикачества } (W_c) \rangle \quad (20)$$

Здесь: $S_i \in S$ тип текущей анализируемой ситуации, для которой необходимо принять соответствующее решение $d_c \in D$; $W_c \in W_c$ значение (лингвистический терм) критерия качества, по которому принимается решение d_c .

Общая СППР всей интегрированной информационной логистической системы, построенная на основе изложенного подхода, представляет собой иерархическую распределенную мультиагентную систему [4].

Функции автономных агентов выполняют типовые локальные интеллектуальные СППР.

В данном докладе приведена методология выявления основных подходов и требований к созданию и определению инструментальных средств разработки ИИЛС:

- концептуальный подход к построению интегрированной информационной логистической системы.
- принципы принятия решений в интегрированной информационной логистической системе;
- методика моделирования логистических систем.

Даны описания постановок и алгоритмов решения функциональных задач интегрированной логистической системы на примере нефтегазовой отрасли.

Описание структуры, принципов функционирования, используемого инструментария подготовки и принятия решения в логистических системах выходит за рамки тематики данной статьи. Они являются предметом последующих этапов исследования.

В докладе исследованы и определены методы и средства построения подсистем ИИЛС, приведены методы, принципы и требования к построению единой, интегрированной информационной логистической системы сложных производственных комплексов.

Литература

1. Аникин Б.А., Тяпухин А.П. Коммерческая логистика: Учебник. М.: Велби; Проспект, 2005. 432 с.
2. Бекмуратов Т.Ф. Систематизация задач интеллектуальных систем поддержки принятия решений // Узб.журнал «Проблемы информатики и энергетики», вып.4,2003. «Вопросы кибернетики», вып.167,2003. «Вопросы моделирования и информатизации экономики», вып.23,2003. «Алгоритмы», вып.89,2003. Совместный выпуск по материалам Республиканской конференции «Современные управляющие и информационные системы» 2-3 октября 2003г. Ташкент – 2003.С.24-35.
3. Джонсон Дж.С., Дон Д. Вуд, Вордму Дэн.А., Поль Р.Мэрфи-мл. Современная логистика, 7-е издание: пер.с англ.-М. Издательский дом «Вильямс», 204-624 с.
4. Bekmuratov T.F. Intellectual multiagent Systems of monitoring and management. Third World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation. WCIS-2004. Edited by N.R.Yusupbekov, R.A.Aliev. B-Qadrat Verlag. Tashkent-october 12-13,2004.pp.13-15.