

A mathematical model of semantic representation of services used to build the software information systems business process management. This model allows us to solve the problem of matching semantic descriptions of data and the operations performed services designed by different manufacturers.

Keywords: service-oriented architecture, functional service, category theory, ontology, metafreym, frame prototype.

УДК 656.61:519.81

И. И. КОВАЛЕНКО, д-р техн. наук, проф., НУК им. адмирала Макарова, Николаев;

Т. В. ПОНОМАРЕНКО, канд. техн. наук, доц., НУК им. адмирала Макарова, Николаев;

А. В. ШВЕД, соискатель, НУК им. адмирала Макарова, Николаев

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ ТИПОВ СУДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ ОТНОШЕНИЙ

Предложен подход для решения задачи выбора типа судна для перевозки грузов в условиях неопределенности, с учетом многих факторов, для анализа которых применен аппарат теории нечетких отношений, который может быть полезен для решения практических задач морских перевозок.

Ключевые слова: системы поддержки принятия решений, морские перевозки, выбор типа судна, теория нечетких отношений.

Введение.

Одной из задач при определении вариантов технологий морских грузоперевозок является выбор типа судов. При этом учитывается как структура перевозимых грузов, так и технические возможности судов, а также степень их универсальности [2].

Например, ролкеры могут перевозить более широкую номенклатуру грузов, чем контейнеровозы, лихтеровозы и т.д. Основным критерием для сравнения вариантов является уровень затрат на освоение всего грузопотока на рассматриваемом направлении. Эффективным считается тот вариант, который обеспечивает минимум затрат или максимум прибыли при определенном качестве перевозочного процесса (сохранность груза, скорость его доставки и др.) [2].

Учитывая то, что отечественный торговый флот характеризуется малочисленностью, технической изношенностью, отсутствием новых прогрессивных типов судов, нужно отметить, что повышение эффективности перевозок может обеспечиваться учетом дополнительных факторов как количественного, так и качественного характера. Такая задача может решаться с использованием системного подхода и современных математических методов принятия решений.

Анализ публикаций и последних исследований

Анализ работ [2,3,4], посвященных вопросам выбора эффективного варианта морских перевозок различных грузов с учетом факторов, влияющих на этот выбор, позволяет выделить три основные группы факторов:

- экономико-географические. Основными в этой группе являются: объем перевозок, структура грузопотока, расстояние перевозки и др.
- экономико-технологические, включая технико-экономические характеристики судов, технологию погрузочно-разгрузочных работ в портах, технологию хранения грузов в портах, способы унификации грузовых мест и др.
- факторы, определяющие качество перевозочного процесса, включая сохранность грузов при перевозке, скорость доставки, регулярность и частоту их движения.

Перечисленные факторы являются основными, так как действуют при любой постановке задачи. При решении задачи в каких-то конкретных условиях может возникнуть необходимость учета ряда дополнительных факторов, таких как глубина

акватории порта, ледовая обстановка в районе плавания, наличие рабочей силы и т.д. Эти факторы могут оказать большое влияние на выбор варианта перевозок и даже в определенных условиях стать решающими [2].

С учетом сказанного, выбор технологии перевозок, и в частности, типа судна, может быть сведен к многокритериальному принятию решений посредством определения порядка (строгого или нестрогого) на множестве альтернатив, в качестве которых выступают различные типы судов.

Целью работы является рассмотрение возможного подхода к решению задачи выбора типов судов для перевозок грузов посредством формирования их ранжировок по степени предпочтения и оценивания таких ранжировок с использованием методов нечетких отношений.

Изложение основного материала

В основу системного подхода к решению поставленной задачи, может быть положена схема тяготения основных видов перевозимых морем грузов к типам судов, рассмотренная в работе [2] и представленная на рис. 1.

Данная схема характеризуется следующими особенностями: с одной стороны, какой-либо вид грузов может перевозиться несколькими типами судов (например, для перевозки сырой нефти могут быть использованы танкеры и комбинированные суда), а с другой – одним типом судна могут быть перевезены различные виды грузов, (например, балкерами).

Данное обстоятельство может создавать некоторые неопределенности в выборе типа судов (альтернативы) в зависимости от вида грузов (критерии).

Для формирования ранжировок альтернатив достаточно широко применяется метод попарного сравнения, позволяющий получать совокупность бинарных отношений. Однако, исходя из вышесказанного, такие отношения могут обладать неточностью (нечеткостью). Следовательно, для принятия решения о выборе типа судна, целесообразно воспользоваться основными положениями теории нечетких отношений.

Нечеткие отношения являются расширением обычных отношений на случай, когда элементы находятся в данном отношении только с некоторой степенью принадлежности [1, 6]. Это понятие полностью соответствует понятию степени принадлежности нечеткому множеству.

Формально понятие нечеткого отношения можно представить следующим образом.

Пусть имеется множество X , на котором задано декартово произведение $\Gamma \subset X \times X$ тех пар элементов $(x_i, x_j) \in X$, которые находятся в отношении R . Обозначим через $\mu \in [0,1]$ множество значений принадлежности членов Γ . Тогда нечетким отношением R будет называться упорядоченная пара (x_i, x_j) , для которой функция принадлежности $\mu_R(x_i, x_j)$ имеет положительное значение:



Рис. 1 - Схема тяготения основных видов перевозимых морем грузов к типам судов [2]

$$\underline{R} = \left\{ (x_i, x_j) / \mu_{\underline{R}}(x_i, x_j) > 0 \right\} \quad (1)$$

Рассмотрим один из возможных подходов к решению задачи упорядочения многокритериальных альтернатив с применением нечетких бинарных отношений. Пусть задано множество m альтернативных решений (типов судов) $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$, которое оценивается с помощью n критериев k_1, k_2, \dots, k_n (виды грузов). Предполагается, что лицо принимающее решение (ЛПР) или эксперт могут сравнить по предпочтительности все возможные пары решений $(x_i, x_j) \in X$.

Результаты такого сравнения по каждому из критериев могут быть отражены в форме нечетких бинарных отношений $\underline{R}_j, j = 1, \dots, n$:

$$\mu_k = \begin{matrix} & \begin{matrix} \underline{R}_j & x_1 & \dots & x_m \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_1 \\ \vdots \\ x_m \end{matrix} & \left| \begin{matrix} \mu_{11} & \dots & \mu_{1m} \\ \dots & \dots & \dots \\ \mu_{m1} & \dots & \mu_{mm} \end{matrix} \right. \end{matrix} \quad (2)$$

Чтобы решить задачу выбора рациональных решений, необходимо произвести сравнение альтернативных решений по всему множеству критериев. Такое сравнение в принципе может быть выполнено с использованием процедуры пересечения вида $\underline{Q}_1 = \bigcap_{j=1}^n \underline{R}_j$. В результате получается результирующее нечеткое бинарное отношение предпочтений \underline{R}_0 :

$$\mu_{\underline{R}_0 = \underline{R}_1 \cap \dots \cap \underline{R}_n}(x_i, x_j) = \min \left[\mu_{\underline{R}_1}(x_i, x_j), \mu_{\underline{R}_2}(x_i, x_j), \dots, \mu_{\underline{R}_n}(x_i, x_j) \right] \quad (3)$$

Если решается одна из типовых задач принятия решений, связанная с определением порядка (строгого или нестрогого) на множестве альтернатив, то полученное результирующее нечеткое бинарное отношение должно быть проверено на наличие рефлексивности, антисимметричности и транзитивности в соответствии со следующими условиями [6]:

- \underline{R} называется рефлексивным, если

$$\forall (x_i, x_j) \in X \times X : \mu_{\underline{R}}(x_i, x_j) = 1. \quad (4)$$

- \underline{R} называется антисимметричным, если

$$\forall (x_i, x_j) \in X \times X, \quad x_i \neq x_j : \mu_{\underline{R}}(x_i, x_j) \neq \mu_{\underline{R}}(x_j, x_i) \vee \mu_{\underline{R}}(x_i, x_j) = \mu_{\underline{R}}(x_j, x_i) = 0 \quad (5)$$

- \underline{R} называется транзитивным если

$$\forall (x_i, x_j), (x_j, x_z), (x_z, x_i) \in X \times X : \mu_{\underline{R}}(x_i, x_z) \geq \max \left[\min \left(\mu_{\underline{R}}(x_i, x_j) \right) \right]. \quad (6)$$

Проверка условий (4), (5) не составляет особого труда, так как при наличии рефлексивности на главной диагонали матрицы (2) стоят только единицы, а антисимметричность характеризуется неравенством значений функции принадлежности, симметрично расположенных относительно главной диагонали той же матрицы.

Проверку \underline{R}_0 на транзитивность проведем по схеме, рассмотренной в [6]. Прежде всего необходимо задать \underline{R}_0 в виде таблицы, отображающей в числовом виде степени принадлежности пар (x_i, x_j) данному нечеткому бинарному отношению, и по этим значениям построить нечеткий граф. Далее, для каждой вершины графа необходимо сравнить значение функции принадлежности $\mu_{\underline{R}_0}$ для дуги, выходящей из этой вершины и

входящей в нее со значениями той же функции для каждого набора дуг, по которым можно выйти и снова достичь рассматриваемой вершины. Аналогично, значение μ_{R_0} для каждой дуги, соединяющей две вершины, необходимо сравнить со значениями той же функции для всех возможных наборов дуг, соединяющих пару вершин нечеткого графа. Для этого используются различные композиции нечетких отношений по следующему максиминному правилу:

$$\max\{\min[\mu(x_i, x_i), \mu(x_j, x_j)]\}, \quad (7)$$

$$\max\{\min[\mu(x_i, x_j), \mu(x_j, x_i)]\} \text{ и др.}$$

Выполнение всех трех условий (4), (5) и (6) позволяет утверждать, что на множестве упорядоченных пар нечетких бинарных отношений (x_i, x_j) должно существовать нечеткое отношение порядка, которое может быть получено посредством формирования определенного числа схем предпочтений (по числу рассматриваемых альтернативных решений) и проверкой их на транзитивность.

Рассмотрим числовой пример. Пусть рассматривается $m=3$: $X = \{x_1, x_2, x_3\}$ альтернативных решений, которые необходимо оценить по $n=3$: $K = \{k_1, k_2, k_3\}$ критериям. ЛПР или эксперты выразили свои нечеткие предпочтения на данных альтернативах по каждому из критериев с

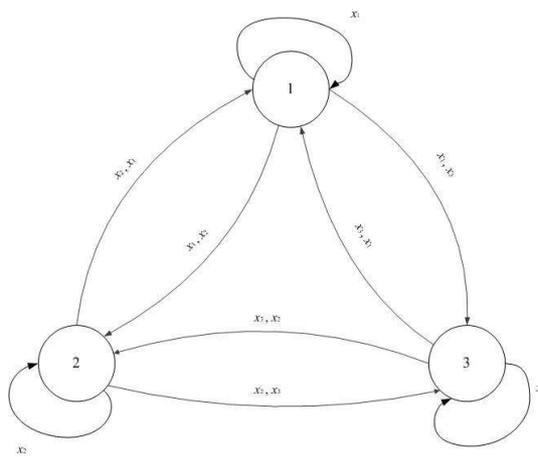


Рис. 2 - Нечеткий граф бинарного отношения $R_{\sim 0}$

различными значениями функции принадлежности $\mu \in [0,1]$ в виде следующих матриц:

$$R_{\sim 1} \begin{array}{c|ccc} & x_1 & x_2 & x_3 \\ \hline x_1 & 1 & 0,9 & 0,1 \\ \mu_{k_1} = x_2 & 0,3 & 1 & 0,4 \\ x_3 & 0,6 & 0,7 & 1 \end{array}$$

$$R_{\sim 2} \begin{array}{c|ccc} & x_1 & x_2 & x_3 \\ \hline x_1 & 1 & 0,8 & 0,3 \\ \mu_{k_2} = x_2 & 0,6 & 1 & 0,1 \\ x_3 & 0,4 & 0,5 & 1 \end{array}$$

$$R_{\sim 3} \begin{array}{c|ccc} & x_1 & x_2 & x_3 \\ \hline x_1 & 1 & 0,8 & 0 \\ \mu_{k_3} = x_2 & 0,2 & 1 & 0 \\ x_3 & 0,3 & 0,4 & 1 \end{array}$$

Выполним операцию $R_{\sim 1} \cap R_{\sim 2} \cap R_{\sim 3}$ с учетом условия (3), в результате чего получим результирующее нечеткое бинарное отношение $R_{\sim 0}$ для которого построим нечеткий граф (рис.2):

$$R_{\sim 0} \begin{array}{c|ccc} & x_1 & x_2 & x_3 \\ \hline x_1 & 0,2 & 0,8 & 0 \\ \mu = x_2 & 0,3 & 1 & 0 \\ x_3 & 0,3 & 0,4 & 1 \end{array}$$

Проведем сравнение значений μ как для вершин графа, так и для возможных их пар.

1. Для вершины 1 имеем:

$$\begin{aligned} \min[\mu(x_1, x_1), \mu(x_1, x_1)] &= \min(1;1) = 1; \\ \min[\mu(x_1, x_2), \mu(x_2, x_1)] &= \min(0,8;0,2) = 0,2; \\ \min[\mu(x_1, x_3), \mu(x_3, x_1)] &= \min(0;0,3) = 0; \\ \max(1;0,2;0) &= 1; \\ \mu(x_1, x_1) &= 1 = 1. \end{aligned}$$

2. Для вершины 2 имеем:

$$\begin{aligned} \min[\mu(x_2, x_2), \mu(x_2, x_2)] &= \min(1;1) = 1; \\ \min[\mu(x_2, x_1), \mu(x_1, x_2)] &= \min(0,2;0,8) = 0,2; \\ \min[\mu(x_2, x_3), \mu(x_3, x_2)] &= \min(0;0,4) = 0; \\ \max(1;0,2;0) &= 1; \\ \mu(x_2, x_2) &= 1 = 1. \end{aligned}$$

3. Для вершины 3 имеем:

$$\begin{aligned} \min[\mu(x_3, x_3), \mu(x_3, x_3)] &= \min(1;1) = 1; \\ \min[\mu(x_3, x_1), \mu(x_1, x_3)] &= \min(0,3;0) = 0; \\ \min[\mu(x_3, x_2), \mu(x_2, x_3)] &= \min(0,4;0) = 0; \\ \max(1;0;0) &= 1; \\ \mu(x_3, x_3) &= 0 = 0. \end{aligned}$$

4. Для вершин 1 и 2 имеем:

$$\begin{aligned} \max\{\min[\mu(x_1, x_2), \mu(x_2, x_1)]\} &= \max\{\min(0,8;0,2)\} = 0,2; \\ \mu(x_1, x_2) &= 0,8 > 0,2. \end{aligned}$$

5. Для вершин 1 и 3 имеем:

$$\begin{aligned} \max\{\min[\mu(x_1, x_3), \mu(x_3, x_1)]\} &= \max\{\min(0;0,3)\} = 0; \\ \mu(x_1, x_3) &= 0 = 0. \end{aligned}$$

6. Для вершин 2 и 3 имеем:

$$\begin{aligned} \max\{\min[\mu(x_2, x_3), \mu(x_3, x_2)]\} &= \max\{\min(0;0,4)\} = 0; \\ \mu(x_2, x_3) &= 0 = 0. \end{aligned}$$

Таким образом, исследуемое результирующее нечеткое бинарное отношение $R_{\sim 0}$ удовлетворяет всем трем условиям наличия в нем нечеткого отношения порядка.

Выполним его поиск, предварительно сформировав 6 следующих возможных (при $n=3$) схем предпочтений:

$$\begin{array}{lll} x_1 \succ x_2 \succ x_3; & x_2 \succ x_3 \succ x_1; & x_3 \succ x_1 \succ x_2; \\ x_2 \succ x_1 \succ x_3; & x_1 \succ x_3 \succ x_2; & x_3 \succ x_2 \succ x_1; \end{array} \quad (8)$$

Проверим последовательно схемы (8) на транзитивность:

1. $x_1 \succ x_2 \succ x_3$:

$$\begin{aligned} \text{Если } \{(x_1 \xrightarrow{\mu_{12}=0,8} x_2) \succ (x_2 \xrightarrow{\mu_{21}=0,2} x_1)\} \wedge \{(x_2 \xrightarrow{\mu_{23}=0} x_3) \succ (x_3 \xrightarrow{\mu_{32}=0,4} x_2)\}, \\ \text{то } \{(x_1 \xrightarrow{\mu_{13}=0} x_3) \succ (x_3 \xrightarrow{\mu_{31}=0,3} x_1)\}; \end{aligned}$$

2. $x_2 \succ x_3 \succ x_1$:

$$\begin{aligned} \text{Если } \{(x_2 \xrightarrow{\mu_{23}=0} x_3) \succ (x_3 \xrightarrow{\mu_{32}=0,4} x_2)\} \wedge \{(x_3 \xrightarrow{\mu_{31}=0,3} x_1) \succ (x_1 \xrightarrow{\mu_{13}=0} x_3)\}, \\ \text{то } \{(x_2 \xrightarrow{\mu_{21}=0,2} x_1) \succ (x_3 \xrightarrow{\mu_{12}=0,8} x_2)\}; \end{aligned}$$

3. $x_3 \succ x_1 \succ x_2$:

$$\begin{aligned} \text{Если } \{(x_3 \xrightarrow{\mu_{31}=0,3} x_1) \succ (x_1 \xrightarrow{\mu_{13}=0} x_3)\} \wedge \{(x_1 \xrightarrow{\mu_{12}=0,8} x_2) \succ (x_2 \xrightarrow{\mu_{21}=0,2} x_1)\}, \\ \text{то } \{(x_3 \xrightarrow{\mu_{32}=0,4} x_2) \succ (x_2 \xrightarrow{\mu_{23}=0} x_3)\}; \end{aligned} \quad (9)$$

4. $x_2 \succ x_1 \succ x_3$:

Если $\{(x_2 \xrightarrow{\mu_{21}=0,2} x_1) \succ (x_1 \xrightarrow{\mu_{12}=0,8} x_2)\} \wedge \{(x_1 \xrightarrow{\mu_{13}=0} x_3) \succ (x_3 \xrightarrow{\mu_{31}=0,3} x_1)\}$,
то $\{(x_2 \xrightarrow{\mu_{23}=0} x_3) \succ (x_3 \xrightarrow{\mu_{32}=0,4} x_2)\}$;

5. $x_1 \succ x_3 \succ x_2$:

Если $\{(x_1 \xrightarrow{\mu_{13}=0} x_3) \succ (x_3 \xrightarrow{\mu_{31}=0,3} x_1)\} \wedge \{(x_3 \xrightarrow{\mu_{32}=0,4} x_2) \succ (x_2 \xrightarrow{\mu_{23}=0} x_3)\}$,
то $\{(x_1 \xrightarrow{\mu_{12}=0,4} x_2) \succ (x_2 \xrightarrow{\mu_{21}=0,3} x_1)\}$;

6. $x_3 \succ x_2 \succ x_1$:

Если $\{(x_3 \xrightarrow{\mu_{32}=0,4} x_2) \succ (x_2 \xrightarrow{\mu_{23}=0} x_3)\} \wedge \{(x_2 \xrightarrow{\mu_{21}=0,2} x_1) \succ (x_1 \xrightarrow{\mu_{12}=0,8} x_2)\}$,
то $\{(x_3 \xrightarrow{\mu_{31}=0,3} x_1) \succ (x_1 \xrightarrow{\mu_{13}=0} x_3)\}$;

Третья схема предпочтений $x_3 \succ x_1 \succ x_2$ является транзитивной, и следовательно альтернатива x_3 – лучшей.

Выводы. В работе предложен подход для решения задачи выбора типа судна для перевозки грузов в условиях неопределенности, для анализа которых применен аппарат теории нечетких отношений. Алгоритм данного подхода легко реализуется в вычислительном плане и может быть полезным для решения практических задач морских перевозок.

Список литературы: 1. Бержов, А. Н. Принятие решений на основе нечетких моделей / А. Н. Бержов. – Рига: Зинатне, 1990. – 184 с. 2. Винников, В. В. Системы технологий на морском транспорте (перевозка и перегрузка грузов) / В. В. Винников, Е. Д. Быкова. – Одесса: Феникс, 2006. – 186 с. 3. Винников, В. В. Логистика на водном транспорте / В. В. Винников, Е. Д. Быкова, С. В. Винников. – Одесса: Феникс, 2004. – 222 с. 4. Винников, В. В. Экономика предприятия морского транспорта / В. В. Винников. – Одесса: Латстар, 2001. – 416 с. 5. Коваленко, И. И. Выбор решений на основе нечетких отношений / И. И. Коваленко, Е. А. Давыденко, А. В. Швед // Проблемы информационных технологий, 2011, №02 (010), с. 29-32. 6. Uzga-Rebrovs, O. Nenoteiktibu parvaldisana 3. – Rzekne^ RA Izdevnieciba, 2010. – 560 p.

Надійшла до редколегії 20.12.2012

УДК 656.61:519.81

Принятие решений по выбору типов судов для перевозки грузов на основе нечетких отношений/ Коваленко И. И., Пономаренко Т. В., Швед А. В. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2012. - № 68 (974). – С. 62-67. – Бібліогр.: 6 назв.

Запропоновано підхід для вирішення задачі вибору типу судна для перевезення вантажів в умовах невизначеності, з урахуванням багатьох факторів, для аналізу яких застосовано апарат теорії нечітких відносин, який може бути корисним для вирішення практичних завдань морських перевезень.

Ключові слова: системи підтримки прийняття рішень, морські перевезення, вибір типу судна, теорія нечітких відносин.

An approach to the solving the problem of the vessel type choice for cargo under uncertainty is described in this work. It contains factor analysis which was performed using the theory of fuzzy relations. This approach can be applied to solve practical problems of shipping.

Keywords: Adoption support system solutions, transportation by sea, vessel type choice for cargo under uncertainty, theory of fuzzy relations.

УДК 004:658

У. Л. СТОРОЖИЛОВА, канд. екон. наук, доц., УкрГАЖТ, Харків;

Е. А. РУССОВА, ассистент, УкрГАЖТ, Харків

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕНЕДЖМЕНТЕ

В статье рассматриваются этапы эволюции развития и формирования информационных систем. Анализируются и предлагаются пути взаимодействия информационной практики с практикой

© У. Л. СТОРОЖИЛОВА, Е. А. РУССОВА, 2012