

Розглядається питання використання комп'ютерів для структуризації проблем та декомпозиції цілей прийняття рішень

Ключові слова: прийняття рішень, декомпозиція, класифікація

Рассматривается вопрос использования компьютеров для структуризации проблем и декомпозиции целей принятия решений

Ключевые слова: принятие решений, декомпозиция, классификация

Computers usage for problem structuring and making decision purpose decomposition is considered

Keywords: making decision, decomposition, classification

УДК 007.52: 005:519.7: 303.732

МЕТОД ПОДДЕРЖКИ ДЕКОМПОЗИЦИИ ЦЕЛЕЙ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА БАЗЕ КЛАССИФИКАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

О. А. Мазурова

Кандидат технических наук, доцент

Кафедра программной инженерии

Харьковский национальный университет

радиоэлектроники

пр. Ленина, 14 г. Харьков, Украина, 61166

Контактный тел.: (057) 715-95-21

E-mail: mazurova_ok@mail.ru

1. Введение

В работе рассматриваются вопросы использования знание-ориентированных технологий в области принятия решений (ПР). Для поддержки лица, принимающего решение (ЛПР), в ходе структуризации проблемы выбора предлагается метод, обеспечивающий информационную и аналитическую помощь на основных этапах декомпозиции целей ПР. Результаты, проведенного исследования, получены на основании использования нового подхода к представлению базы моделей-оснований декомпозиции в виде классификационной модели описания альтернатив, приближенной к естественной классификации [1].

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Общая концепция широко распространенных на практике задач многокритериального ПР базируется на предположении, что носителем информации о предпочтительности альтернатив в той или иной проблемной ситуации является ЛПР. Существенная нехватка объективной информации в слабо структуризованных проблемных областях (ССО), характеризующихся преобладанием качественной информации, и необходимость ПР на базе субъективных предпочтений ЛПР делает задачу разработки средств информационной и аналитической поддержки ПР особенно актуальной. Важным в задачах ПР является этап структуризации проблемы выбора, в ходе которого на базе результатов анализ целей ПР осуществляют выбор множества критериев и формируют принцип выбора решения. С учетом этого анализ глобальной цели ПР и получаемое в результате ее декомпозиции дерево целей в значитель-

ной степени определяют эффективность принятия решения.

Применение компьютеров для структуризации проблем и декомпозиции целей является одним из малоисследованных вопросов, традиционно эти этапы выполняются либо ЛПР самостоятельно, либо при участии опытного консультанта без использования ЭВМ. В последнее время широкое развитие получило направление по созданию интеллектуальных систем поддержки принятия решений (ИСППР) [2, 3]. ИСППР позволяют помочь ЛПР на основных этапах ПР на базе накопленных и формально представленных в ЭВМ знаний экспертов, а также оптимизационных и аналитических методов поддержки ПР.

Широкое использование в системном анализе метода декомпозиции привело к появлению целого ряда таких методик [3], общим для которых остается то, что построение декомпозиционного дерева (ДД) целей осуществляется экспертами. Традиционный алгоритм предназначен для последовательного разложения глобальной цели задачи до появления таких простых подцелей, на которых можно сформировать понятные ЛПР критерии оценки качества альтернатив. Декомпозиция целей проводится на базе некоторой модели-основания. В распространенной практике в качестве моделей-оснований используют модели альтернатив, как проблемно-разрешающих систем [3]. С учетом требований к качеству деревьев целей модель описания альтернатив ПР должна: содержать описания всех альтернатив ПР в заданной ПО, т.е. являться моделью универсального множества A^U альтернатив [3]; содержать описания альтернатив в одном из приемлемых для моделей-оснований виде (модели "входов-выходов", состава или структуры); обеспечивать необходимый уровень детализации и информационной поддержки процесса декомпозиции.

3. Цель и задачи исследования

Целью исследования является разработка метода поддержки декомпозиции целей ПР, использование которого в ИСППР позволит обеспечить эффективную поддержку ЛПР в ходе анализа и структуризации проблемы ПР.

Для достижения цели исследований необходимо решение следующих задач: разработка базы моделей-оснований декомпозиции, которая бы содержала качественную информацию и обеспечивала аналитическую поддержку в ходе формирования дерева целей; разработка метода поддержки декомпозиции целей задачи ПР, который позволит автоматизировать основные этапы традиционных алгоритмов декомпозиции [3, 4].

4. Разработка базы моделей-оснований декомпозиции

Для задания модели-основания предлагается классификационная модель описания альтернатив (КМОА) [5], представляющая собой совокупность из:

- родовидовой классификации (РВК), связывающей описания альтернатив $a \in A^U$ и их функциональных назначений $B(a)$ в единую модель на базе родовидовых отношений; использование в качестве основания объединения РВК позволяет описать известные альтернативы в явном виде с помощью единичных понятий и задать гипотетически возможные альтернативы в неявном виде с помощью общих понятий о системах-классах;
- партитивных классификаций (ПК), задающих описания функционального состава $E(a)$, существенных свойств $P^S(a)$ и партитивной структуры $R(E(a))$ отдельных альтернатив $a \in A^U$.

В такой КМОА оказываются заданными все альтернативы из универсального множества A^U альтернатив. Для обеспечения объективности задания описаний альтернатив было решено строить КМОА максимально приближенной к естественной классификации (ЕК) [4], которая является общепризнанной формой выражения знаний об объективных зависимостях, существующих в мире. С учетом этого, КМОА должна иметь единственное понятие-категорию, которое будет выступать в роли ее корня. В качестве такой системы предложено рассматривать наиболее общее понятие, отражающее множество A^U . Таким образом, КМОА может выступать в качестве информационной основы для решения подобных задач выбора разными ЛПР в различных ситуациях.

Использование в ходе разработки структуры КМОА системологического классификационного подхода позволило: задавать соответствующие объективной реальности описания понятий об альтернативах ПР путем однозначного определения их места в РВК альтернатив и соответствующего видового отличия, отражающего функциональные назначения альтернатив; получать полное описание функционального состава произвольной альтернативы на базе сущностных свойств, задающих содержание понятия об альтернативе; моделировать функциональ-

ный состав и партитивную структуру альтернатив в виде ПК.

Для математического описания разработанной структуры использовался хорошо развитый и наглядный аппарат теории графов и зависимости, полученные для ЕК в [1].

Графовая модель A^U КМОА (рис. 1) представляет собой объединение следующих графов [5]: графа A , задающего РВК альтернатив и их свойств (на рис. 1 граф задан на белых вершинах); совокупности графов $P(a_j^i)$, задающих ПК альтернатив ПР (на рис. 1 дуги этих графов обозначены тонкими линиями); совокупности графов, отражающих связи однотиповых функциональных элементов в составах альтернатив (представлены на рисунке графами с серыми вершинами).

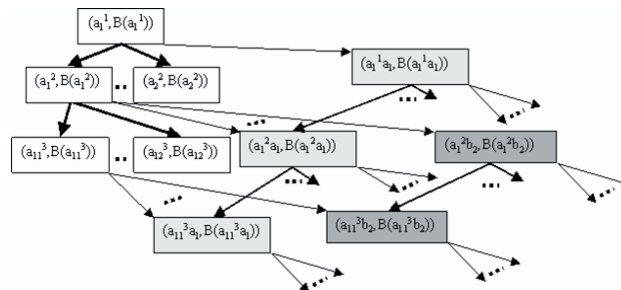


Рис. 1. Схематическое представление фрагмента КМОА

В графе A множество вершин VA является конечным множеством с разбиением $VA = \{A^i\}$, где $i = \overline{1, N}$, $A^i = \{(a_j^i, B(a_j^i))\}_{j=1}^{k_i}$ – подмножество объектов, соответствующих системам-классам i -го уровня иерархии с их функциональными назначениями (k_i – число элементов множества A^i ; $k_1 = 1$, т. е. на первом (верхнем) уровне иерархии находится только один объект $a_1^1, B(a_1^1)$ (система-класс, описывающая понятие-категорию, или универсальное множество всех мыслимых альтернатив); $k_2 \geq 2$ и $k_{i+1} \geq 2k_i$ ($i = \overline{2, N-1}$) [5].

Множество EA дуг графа A , определяется критериями ЕК, и отражает родовидовые связи систем-классов. С учетом того, что любая система-класс имеет единственную надсистему-класс (у данного вида один род), для любого элемента $(a_r^i, B(a_r^i)) \in A^i$ ($i = \overline{2, N}$) существует единственный элемент $(a_{s_r}^{i-1}, B(a_{s_r}^{i-1})) \in A^{i-1}$, такой, что множество $EA((a_{s_r}^{i-1}, B(a_{s_r}^{i-1})), (a_r^i, B(a_r^i)))$ состоит из одной дуги; для всех остальных элементов $(a_s^{i-1}, B(a_s^{i-1})) \in A^{i-1}$ (S^{i+1}) оно пусто

$$EA((a_s^{i-1}, B(a_s^{i-1})), (a_r^i, B(a_r^i))) = \begin{cases} \{e_{s_r}^{i-1, i}\} & \text{при } s = s_r, \\ \emptyset & \text{при } s \neq s_r, \end{cases} \quad (1)$$

Рассмотрим графовую структуру $P(a_j^i)$, раскрывающую партитивное строение произвольной альтернативы a_j^i . Множество вершин $VP(a_j^i)$ графа

$P(a_j^i)$ является конечным множеством с разбиением $VP(a_j^i) = \{E^l(a_j^i)\}$, где $l = \overline{1, NP(a_j^i)}$,

$$E^l(a_j^i) = \{(a_j^i \{x_r\}_r^l, B(a_j^i \{x_r\}_r^l))\}_{r=1}^{N^l(a_j^i)} \quad (2)$$

– подмножество вершин, соответствующих функциональным элементам l-го уровня партитивной структуры альтернативы, $N^l(a_j^i)$ – число элементов множества $E^l(a_j^i)$, $a_j^i \{x_r\}_r^l$ – сокращенное написание составного l-буквенного обозначения партитивных элементов альтернатив. На первом уровне партитивной структуры альтернативы рассматривается единственный элемент в виде самой альтернативы a_j^i :

$$E^1 = \{(a_j^i, B(a_j^i))\} \quad (N^1(a_j^i) = 1).$$

Множество дуг $EP(a_j^i)$ графа отражает партитивные отношения, т.е. для любого элемента

$$(a_j^i \{x_r\}_r^l, B(a_j^i \{x_r\}_r^l)) \in E^l(a_j^i) \quad (l = \overline{2, NP(a_j^i)})$$

существует единственный элемент

$$(a_j^i \{x_{s_r}\}_r^{l-1}, B(a_j^i \{x_{s_r}\}_r^{l-1})) \in E^{l-1}(a_j^i),$$

такой, что множество

$$EP(a_j^i)[(a_j^i \{x_{s_r}\}_r^{l-1}, B(a_j^i \{x_{s_r}\}_r^{l-1})), (a_j^i \{x_r\}_r^l, B(a_j^i \{x_r\}_r^l))$$

состоит из одной дуги, задающей вхождение элемента

$$(a_j^i \{x_r\}_r^l, B(a_j^i \{x_r\}_r^l))$$

в элемент

$$(a_j^i \{x_{s_r}\}_r^{l-1}, B(a_j^i \{x_{s_r}\}_r^{l-1}))$$

как части; для остальных элементов множество дуг является пустым

$$EP^E(a_j^i)[(a_j^i \{x_{s_r}\}_r^{l-1}, B(a_j^i \{x_{s_r}\}_r^{l-1})), (a_j^i \{x_r\}_r^l, B(a_j^i \{x_r\}_r^l))] = \begin{cases} \{p(a_j^i \{x_{s_r}\}_r^{l-1}, a_j^i \{x_r\}_r^l)\} & \text{при } s = s_r, \\ \emptyset & \text{при } s \neq s_r \end{cases} \quad (3)$$

5. Метод поддержки декомпозиции целей принятия решений

Рассмотрим основные этапы метода поддержки декомпозиции целей задачи ПР, который позволяет автоматизировать основные этапы распространенных алгоритмов декомпозиции [3, 4] (см. рис.2):

1-й этап: связан с определением объекта анализа и целевой системы, является сугубо творческим и не поддается автоматизации. В многокритериальных задачах ПР носителем необходимой для этого информации является ЛПР, поэтому здесь рекомендуется придерживаться общепринятых подходов [3, 4].

2-й этап: представляет собой автоматизированную процедуру, позволяющую на базе КМОА выбрать содержательную модель-основание для декомпозиции. Для множества $A^D \subset A^U$ допустимых альтернатив ПР может быть выделено описание альтернативы-класса, описывающей общие характеристики альтернатив из A^D . В качестве такой минимально абстрактной альтернативы-класса выступает ближайшее для всех альтернатив из A^D родовое понятие a_k^m . Математически, выбор такой альтернативы-класса a_k^m определяется с учетом дуг (1) исходя из условия минимальности путей, соединяющих a_k^m со всеми альтернативами, входящими во множество A^D : если $\exists M(a_k^m, a_j^i)$ для $\forall a_j^i \in A^D$ и $\sum_{j \in A^D} L(M(a_k^m, a_j^i)) \rightarrow \min$, то a_k^m – ближайшее родовое понятие для множества понятий из A^D . Т.о. в качестве модели-основания ЛПР может быть предложена ПК $P(a_k^m)$ (N^D – мощность множества A^D , $M(a_k^m, a_j^i)$ – маршрут (путь) между вершинами в дереве A , $L(M(a_k^m, a_j^i)) = j - m$ – длина маршрута).

3-й этап: С этого этапа начинается построение ДД целей ПР $S = \{S^i\}$ ($i = \overline{1, N^S}$), где $S^i = \{S_j^i\}$ ($j = \overline{1, N^i(S)}$) – множество подцелей на i-м уровне дерева; S_j^i – j-я подцель дерева целей на i-м уровне дерева. Для формулировки глобальной цели выбора S_1^1 ($N^1(S) = 1$) ЛПР может быть предложена информационная помощь в виде заложенного в КМОА функционального назначения $B(a_k^m)$ системы-основания.

4-й этап: Операция декомпозиции предполагает выделение в цели S_j^i i-го уровня более элементарных целей (подцелей) i+1 уровня на базе модели-основания $P(a_k^m)$. Для поддержки этого этапа с учетом партитивных отношений (3) в составе соответствующего элемента $a_k^m \{x_j\}_j^i$ -го уровня могут быть выделены функциональные элементы $E^{i+1}(a_k^m)$ i+1-го партитивного уровня альтернативы.

5-й этап: В соответствии с полученной детализацией модели-основания $E^{i+1}(a_k^m)$ (2) ЛПР может быть предложена информационная поддержка при формулировке подцелей i+1 уровня S^{i+1} . Полученное при этом множество партитивных частей является полным, т.к. учитывает все существенные свойства альтернативы.

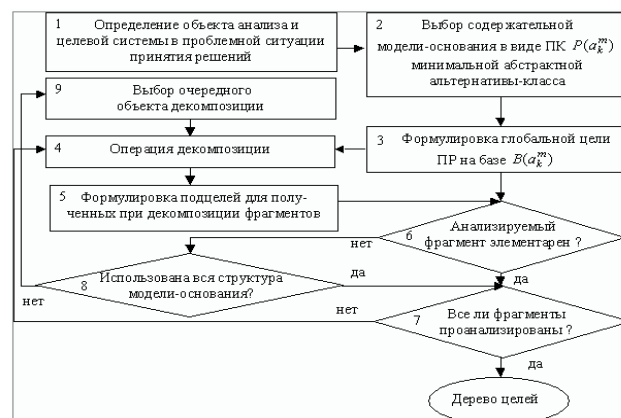


Рис. 2. Укрупненная схема метода поддержки декомпозиции целей ПР

6-й этап: Каждый из сформулированных фрагментов S_s^{i+1} модели целей анализируется на элементарность ЛПР с учетом простоты и понятности цели. ЛПР может быть предложена помощь в виде описания соответствующего существенного свойства альтернативы из $P^S(a_k^m)$, на базе которого становится понятным возможный критерий оценки качества альтернатив.

7-й этап: При условии, что все полученные фрагменты оказываются проанализированными, процесс декомпозиции можно считать окончанным и констатировать получение дерева целей S .

8-й этап: Если для ЛПР фрагмент S_p^{i+1} не является элементарным, может быть продолжена его декомпозиция при условии, что в используемой модели-основании $P(a_k^m)$ мы не достигли последнего уровня ее партитивного рассмотрения, т.е. $i+1 < NP(a_k^m)$.

9-й этап: Для проведения дальнейшей декомпозиции цели S_p^{i+1} в качестве нового объекта декомпозиции выбирается соответствующий функциональный элемент $a_k^m \{x\}_s^{i+1}$ альтернативы a_k^m .

7. Выводы

Основные этапы процесса декомпозиции, которые удалось информационно или аналитически поддержать с помощью метода, сводятся к следующему: автоматизированный выбор модели-основания для проведения декомпозиции, в качестве моделей используются модели, отражающие функциональный состав и партитивную структуру альтернатив ПР; информационная поддержка формулировки глобальной цели и подцелей ПР на базе формулировок функциональных назначений (целей) альтернативы и ее элементов; аналитическая поддержка проведения декомпозиции целей на различных уровнях, обеспечивающая построение полного дерева целей.

Предложенный метод поддержки декомпозиции целей ПР, реализованный совместно с БЗ, содержащей КМОА, подтверждает эффективность использования знаниеориентированных технологий в области ПР, в частности, на этапах предварительного анализа и структуризации проблем выбора в тех областях, где привлечение экспертов и консультантов является невозможным.

Литература

1. Соловьева Е.А. Естественная классификация: системологические основания [Текст]/ Е.А.Соловьева; – Харьков: ХТУРЭ, 1999. – 222 с.
2. Ларичев О.И. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений [Текст]/ О.И. Ларичев, Е.М. Мошкович; – М.: Наука. Физматлит, 1996. – 206 с.
3. Ситник В. Ф. Системи підтримки прийняття рішень: Навч. посіб. [Текст] / В. Ф. Ситник; – К.: КНЕУ, 2004. – 614 с.
4. Перегудов Ф.И. Введение в системный анализ: Учебн. пособие для вузов [Текст]/ Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко; - М.: Высш. шк., 1989. 367 с.
5. Нестеренко О.А. Разработка классификационной модели описания альтернатив для слабо структурированных задач принятия решений [Текст] / О.А. Нестеренко // Вісник Національного Технічного університету "ХПІ". Тематичний збірник наукових праць "Нові рішення у сучасних технологіях" – Харків: НТУ "ХПІ". – 2001. – № 14. – С. 103-110.