

УДК 004.94:519.816

Н.А. Миронова, ассистент
Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье, Украина
mironovanata@ukr.net

Метод синтеза группового решения для многокритериальных задач большой размерности

Предложен метод синтеза группового решения. В результате синтеза получен новый метод принятия групповых решений ИМБРА для многокритериальных иерархических задач большой размерности в условиях неопределенности с учетом согласованности суждений коалиций экспертов.

Ключевые слова: метод синтеза группового решения, задача принятия групповых решений, метод принятия групповых решений ИМБРА

Введение

В настоящее время задачи принятия групповых решений (ПГР) характеризуются возрастающей сложностью [1]: увеличение количества объектов сравнения (критериев относительно подкритериев, критериев для оценки альтернатив и т.д.); учет зависимости объектов (необходимость построения иерархической или сетевой модели); а также необходимостью улучшения качества и точности обработки экспертных данных (получение согласованных оценок экспертов).

Существующие методы ПГР ограничены для решения задач сложной структуры, характеризующихся большим количеством сравниваемых объектов в условиях неопределенности.

Одним из таких методов, который учитывает специфику процесса группового обсуждения проблемной ситуации и предоставляет возможность учитывать многокритериальность и неопределенность, является классический метод анализа иерархий (МАИ), предложенный Т. Л. Саати [2].

Модификации МАИ [3] позволяют решать задачи ПГР сложной иерархической или сетевой структуры. Однако данные методы направлены на решение одной определенной задачи: или построение задач сложной структуры, или сравнение большого количества объектов, или учет неопределенности, или поддержка ПГР и др.

Поэтому актуальной задачей является разработка новых и модификация существующих методов ПГР, что позволит дополнить структуру базы методов групповых систем поддержки принятия решений (ГСППР) и, как следствие, расширить функциональные возможности ГСППР для решения практических задач ПГР

сложной структуры в условиях неопределенности.

Целью работы является разработка метода синтеза группового решения для задач сложной структуры, который позволит получить новый метод для решения групповых многокритериальных иерархических задач большой размерности в условиях неопределенности с учетом согласованности суждений коалиций экспертов.

Постановка задачи

Внутреннее строение модифицированных МАИ, входные и выходные данные алгоритмов (блоков) внутри методов предоставляют возможность их комбинировать и объединять в единый новый метод с новыми функциональными возможностями.

Предложенная систематизация модификаций МАИ [3] позволяет выделить систему классификационных признаков методов ПГР, которая приведена в табл. 1:

$$CL_P = \{TSP, TH, M, \theta, WPO, \xi, OA\}.$$

Введем дополнительные обозначения:

$$Bl = (Bl_1, Bl_2, \dots, Bl_n) \quad - \quad \text{множество}$$

методов-кандидатов;

VT – вектор требований к новому методу.

Необходимо выполнить синтез метода ПГР согласно вектору требований VT , который формируется на основе выделенных классификационных признаков.

Цель синтеза – получить новый метод ПГР для решения задач сложной структуры в условиях неопределенности.

Описание метода

Предлагаемый метод синтеза группового решения для решения задач сложной структуры в условиях неопределенности с использованием

морфологического подхода состоит из следующих этапов [1, 3-4]:

Этап 1. Выделение необходимых классификационных признаков из множества признаков CL_P (определение маски синтеза):

$$CL_P(REQ) = \left\{ \begin{array}{l} (TSP2), (TH1, TH2, TH3), \\ (M2, M3, M4, M5), \\ (\theta1, \theta2, \theta3, \theta4), \\ (WPO1, WPO2, WPO3, WPO4), \\ (\xi1, \xi2, \xi3), \\ (OA11, OA12, OA13, OA2, OA3) \end{array} \right\}.$$

Этап 2. Описание модификаций МАИ по предложенным классификационным признакам.

Построение и заполнение морфологической таблицы методов ПГР [5].

Этап 3. Наложение маски синтеза на морфологическую таблицу методов ПГР. Маска синтеза характеризует новый, еще несуществующий метод.

В соответствии с морфологическим подходом, необходимо было бы проанализировать 25920 различных вариантов решений. Применение маски синтеза позволяет ограничить область поиска, изначально отсеивая неперспективные методы с точки зрения цели синтеза.

Таблица 1 – Классификационные признаки методов ПГР

Классификационный признак	Значение
Тип системы предпочтений (TSP)	1. Принятие индивидуальных решений 2. Принятие групповых решений
Тип иерархии (TH)	1. Первый (однородная иерархия) 2. Второй (неоднородная иерархия) 3. Третий (сеть)
Метод формирования матриц попарных сравнений (M)	1. Саати 2. Относительно стандартов 3. Копированием 4. Сокращенная процедура формирования матриц попарных сравнений (МПС) 5. Модификация для случаев с большим количеством оцениваемых параметров (>9)
Способ измерения предпочтений экспертов (θ)	1. Точечная 2. Стохастическая 3. Нечеткая 4. Интервальная
Метод получения вектора приоритета (WPO)	1. Для точечных МПС 2. Для стохастических МПС 3. Для нечетких МПС 4. Для интервальных МПС
Способ оценки и коррекции экспертных суждений (ξ)	1. В зависимости от структуры метода: 1.1 Изменение структуры иерархии 1.2 Пересмотр оценок в МПС 2. По типу оценок: 2.1 Точечные 2.2 Нечеткие 3. По способу пересмотра: 3.1 Единоличный пересмотр значений оценок самим ЛПР 3.2 Итеративный способ пересмотра
Метод синтеза итогового решения (OA)	1 Способ свертки критериев: 1.1 Линейная 1.2 Нелинейная 1.3 Мультипликативная 2 Тип модели: 2.1 Иерархический синтез 2.2 Синтез для сетевой модели 2.3 Специальные соотношения 3 Тип оценок: 3.1 Точечные 3.2 Нечеткие 3.3 Интервальные

Етап 4. Определение правила отбора методов-кандидатов.

$$Pr^+ = \left\{ \begin{array}{l} Pr_i^+ | Pr_i^+ \in Pr \wedge CL_P(Pr_i^+) \supset TSP2 \wedge \\ (TH1, TH2) \wedge M5 \wedge \xi 1 \wedge OA12 \end{array} \right\},$$

где Pr^+ – множество методов, соответствующих предъявляемым требованиям;
 Pr – множество рассмотренных методов;

$CL_P(Pr_i^+)$ – множество значений классификационных признаков i -метода.

Етап 5. Определение требований к функциональным возможностям синтезируемого метода с учетом маски синтеза и правила отбора методов-кандидатов (определение компонент вектора требований VT):

– решение задач сложной иерархической структуры (наличие различных зависимостей между альтернативами, критериями, подкритериями): $TH1$ – первый тип иерархий или однородная иерархия; $TH2$ – второй тип иерархий или неоднородная иерархия;

– решение задач большой размерности (большое количество объектов сравнения, более 9): $M2$ – метод формирования МПС относительно стандартов, $M3$ – метод формирования МПС копированием, $M4$ – сокращенная процедура формирования МПС, $M5$ – модификация для случаев с большим количеством оцениваемых параметров(>9);

– учет согласованности суждений коалиций экспертов – выделение с помощью кластерного анализа коалиций экспертов, далее применение способов оценки и коррекции согласованности суждений групп экспертов: $\xi 1$ – способы оценки и коррекции экспертных суждений в зависимости от структуры метода.

Етап 6. Наложение вектора требований VT к новому методу:

$$VT = \{ (TH1, TH2), (M2, M3, M4, M5), \xi 2 \}.$$

Етап 7. Получение нового метода с необходимыми характеристиками и новыми функциональными возможностями:

$$METHOD(IMBRA) = \left\{ \begin{array}{l} TSP2, TH1, \theta 3, \\ M5 \vee M4, \\ WPO3, \xi 22, \\ OA21 \vee OA12 \vee OA32 \end{array} \right\}.$$

Предложенный метод позволяет снять ограничение эксперта, связанное с установленным психологами фактом, что обычному человеку трудно осуществлять рациональный выбор, если число объектов выбора превышает 7 ± 2 , и не позволяющего одновременно учитывать множество параметров решаемой задачи (параметрическая неопределенность), а также устранить явление

невозможности (нереальности) знания всех возможных (допустимых) вариантов решений задачи группового выбора (комбинаторная неопределенность).

При создании нового метода ПГР, соответствующего сформулированным требованиям, возникали проблемы совместимости между синтезируемыми методами-кандидатами. Для решения данной проблемы предлагается следующий алгоритм:

– определение мест несовместимости между методами-кандидатами;

– разработка методов-адаптеров (методы решения задачи отсутствуют и их необходимо разработать) или модификация (усовершенствование) методов-кандидатов (методы есть, но они не предназначены для решения данной задачи) для согласования мест несовместимости в новом методе.

В результате при создании нового метода выявлены методы, которые необходимо реализовать для обеспечения необходимой функциональности полученного метода:

– метод-кандидат: метод получения вектора приоритетов из нечетких МПС на основе эволюционного алгоритма [6];

– методы-адаптеры: методы синтеза итогового решения на основе нечетких экспертных оценок [7].

Иерархический метод принятия групповых решений для многокритериальных задач большой размерности (ИМБРА)

В результате синтеза получен иерархический метод ПГР ИМБРА на основе МАИ для решения многокритериальных иерархических задач большой размерности в условиях неопределенности с учетом согласованности суждений коалиций экспертов, который состоит из следующих блоков:

$$METHOD(IMBRA) = \{ Bl_1, Bl_2, Bl_3, Bl_4, Bl_5, Bl_6 \},$$

$$\text{где } Bl_3 = \{ Bl_{31}, Bl_{32} \} \text{ и } Bl_6 = \{ Bl_{61}, Bl_{62} \}.$$

Распишем метод принятия групповых решений ИМБРА по блокам в виде следующих этапов:

Етап 1. Построение иерархии первого типа (однородной иерархии):

$$Bl_1 = TH1(S, A, B, X),$$

где S – множество критериев

$$S = (s_1, s_2, \dots, s_m);$$

$$A – \text{множество целей } A = (a_1, a_2, \dots, a_k);$$

$$B – \text{множество ограничений}$$

$$B = (b_1, b_2, \dots, b_h);$$

$$X – \text{множество альтернатив}$$

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n), \text{ из которых выбирается}$$

единственное оптимальное решение X^* ;

Этап 2. Выбор шкалы оценок экспертов ($Bl_2 = \theta 3$). Первичное сравнение элементов с помощью вербальной шкалы, затем перевод вербальной оценки в нечеткую оценку.

Этап 3. Оценка элементов иерархии методом попарных сравнений. При количестве элементов одного уровня больше 9 оценка выполняется по методу парных сравнений ($Bl_{31} = M5$) для случаев с большим количеством оцениваемых параметров [8].

В качестве «идеальной» матрицы используется МПС, полученная с помощью сокращенной процедуры формирования МПС ($Bl_{32} = M4$), на основании оценок эксперта, вынесенных только относительно первого объекта сравнения (в этом случае эксперт выносит $n-1$ суждение). Эксперт просматривает матрицу и/или соглашается с полученными оценками, или корректирует их в соответствии со своими предпочтениями [9].

Этап 4. Получение векторов приоритетов с помощью метода получения вектора приоритетов из нечетких МПС на основе эволюционного алгоритма [6] ($Bl_4 = WPO3$), проверка индивидуальных нечетких оценок на транзитивность, в случае нарушения логичности суждений – идентификация и корректирование нетранзитивных оценок [10].

Этап 5. Оценка степени согласованности ($Bl_5 = \xi 22$): использование нечеткого спектрального коэффициента согласованности, использование нечеткого порога в случае нечетких оценок [11].

Этап 6. Иерархический синтез для первого типа иерархии ($Bl_{61} = OA21$), синтез итогового решения: использование нелинейной свертки критериев для нечетких оценок ($Bl_{62} = OA12 \vee OA32$) [7].

Этап 7. Получение группового решения

$$G = (g_1, g_2, \dots, g_p):$$

$$G = f(\theta, X, L),$$

где L – решающее правило (способ), позволяющее согласовать индивидуальные предпочтения в единое групповое предпочтение, p – количество экспертов в группе.

В качестве решающего правила L рекомендуются следующие методы: медианы Кемени или среднего ранга [12-14].

Выводы

В работе решена актуальная задача разработки метода синтеза группового решения для многокритериальных задач большой размерности, который учитывает современные требования к задачам принятия групповых решений, использует комбинаторный метод для построения множества возможных вариантов реализации, и может быть использован для синтеза новых методов принятия групповых решений.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые предложен метод синтеза группового решения для многокритериальных иерархических задач большой размерности в условиях неопределенности на основе морфологического подхода, который позволяет сузить область поиска необходимого варианта метода принятия групповых решений и формализовать процесс настройки задач группового выбора для групповых систем поддержки принятия решений.

В результате синтеза получен иерархический метод принятия групповых решений ИМБРА на основе методов анализа иерархий для решения многокритериальных иерархических задач большой размерности в условиях неопределенности с учетом согласованности суждений коалиций экспертов.

Список литературы

1. Олейников С. П. Системный синтез иерархических методов принятия решений: автореф. дис.... канд. техн. наук: спец. 05.13.01 / Олейников Сергей Петрович; Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград, 2010. – 24 с.
2. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Л. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
3. Миронова Н.А. Интеграция модификаций метода анализа иерархий для систем поддержки принятия групповых решений / Н.А. Миронова // Радиоэлектроника. Информатика. Управление. – 2011. – №2. – С. 47-54.
4. Андрейчиков А. В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике / А. В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
5. Миронова Н.А. Экспертная система выбора модификации метода анализа иерархий / Н.А. Миронова, Г.В. Табунщик // АСУ и приборы автоматики. – 2010. – № 153. – С. 62–70.
6. Миронова Н.А. Метод получения вектора приоритетов из нечетких матриц попарных сравнений / Н.А. Миронова, В.И. Дубровин // Искусственный интеллект. – 2009. – № 3. – С. 464–470.

7. Миронова Н.О. Модифіковані методи отримання найкращої альтернативи для методу аналізу ієрархій на основі нечітких експертних оцінок / Н.О. Миронова, В.І. Дубровін // Тези доповідей ІV міжнародної наукової конференції [«Комп'ютерні науки та інженерія 2010 (CSE-2010)»]. – Львів: Львівська політехніка, 2010. – С. 246-247.
8. Сайко В. В. Модификация метода парных сравнений для случаев с большим количеством оцениваемых параметров / В. В. Сайко // Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта: Материалы международной научной конференции. Т. 1. – Херсон: ХНТУ, 2009. – С. 210-214.
9. Трофимец В.Я. К вопросу разработки вспомогательных вычислительных процедур МАИ: [Электрон. ресурс] / В.Я. Трофимец. – Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2004/079.pdf>
10. Кораблев Н.М. Согласование и коррекция экспертных оценок в системах поддержки принятия решений в условиях нечеткой исходной информации / Н.М. Кораблев, С.Г. Удовенко, Ферас Алзин // Радиоэлектроника. Информатика. Управление. – 2005. – №2(14). – С. 116-120.
11. Панкратова Н.Д. Методология обработки нечеткой экспертной информации в задачах предвидения. / Н.Д. Панкратова, Н.И. Недашковская // Проблемы управления и информатики. – 2007. – Ч. 2, № 3. – С. 49-63.
12. Тоценко В.Г. Методы и системы поддержки принятия решений: Алгоритмический аспект / В.Г. Тоценко. – К.: Наукова думка, 2002. – 381 с.
13. Кемени Дж. Кибернетическое моделирование: Некоторые приложения / Дж. Кемени, Дж. Снелл. – М.: Советское радио, 1972. – 192 с.
14. Миронова Н.А. Методы определения групповой оценки объектов в методах анализа иерархий / Н.А. Миронова, В.И. Дубровін // Системный анализ и информационные технологии: Материалы XI Международной научно-технической конференции (26-30 мая 2009 г., Киев). – К: УНК «ИПСА» НТУУ «КПИ», 2009. – С. 94.

Надійшла до редакції 10.10.2012

Н.О. МИРОНОВА

Запорізький національний технічний університет

N.A. MIRONOVA

Zaporizhzhya National Technical University

Метод синтезу групового рішення для багатокритеріальних задач великої розмірності

Group Decision Making Synthesis Method for Solving Large-Scale Multi-Criteria Problems

Запропоновано метод синтезу групового рішення. В результаті синтезу отримано новий метод прийняття групових рішень ІМВРО для багатокритеріальних ієрархічних задач великої розмірності за умов невизначеності з урахуванням узгодженості суджень коаліцій експертів.

The article offers a group decision synthesis method. The synthesis allowed obtaining a new group decision method HMLDI for solving multicriteria hierarchical large scale problems in uncertainty conditions taking into account the agreement in experts' judgments

Ключові слова: метод синтезу групового рішення, задача прийняття групових рішень, метод прийняття групових рішень ІМВРО

Keywords: group decision method synthesis, group decision making problem, group decision method HMLDI