

ИЕРАРХИЧЕСКОЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

М.Ш. Левин, А.В.Корейнюшкин
Институт проблем передачи информации РАН и МФТИ
Москва, 127994, Россия
mslevin@acm.org

Исследуется стратегия подготовки и принятия решений, включающая 4 этапа: постановка задача(-и), информация, модели/метод(-ы) решения, анализ решения и переформулирование задачи. Для каждого этапа рассматривается набор проектных альтернатив для реализации. Указанные альтернативы оцениваются на основе множества критериев (с точки зрения соответствия приложению, простоты реализации, легкости обучения эксперта, соответствия опыту пользователя). Построение стратегии принятия решений заключается в выборе альтернативы (или нескольких альтернатив) для каждого этапа/подэтапа с учетом их качества (оценок по критериям) и парной совместимости выбранных альтернатив (порядковая оценка). Такой подход реализуется на основе метода Иерархического Морфологического Многокритериального Проектирования (ИММП). Приводится численный пример построения стратегии.

1. Введение

В последние годы стали уделять внимание общим подходам к построению систем/процедур подготовки и принятия решений. На первых стадиях, усилия были направлены на анализ и выбор метода решения задачи. Это привело направлению анализа и управления методами/моделями решения (например: model management). Далее стали проводиться исследования по анализу решений, например, анализ чувствительности (sensitivity analysis). В последние годы все больше внимания начинают уделять предварительным этапам (в частности, формулировка задач). В данной работе осуществляется попытка рассмотреть расширенную схему процесса подготовки и принятия решений, включающую все стадии. В качестве базового подхода используется модульный подход к построению конфигураций процедур решения и в целом систем поддержки [1, 2, 3].

Таким образом, исследуется стратегия подготовки и принятия решений, включающая несколько частей/подсистем (задачи, информация, модели/методы и анализ решений). Для каждой части/подчасти рассматривается множество проектных альтернатив (DAs). Альтернативы оцениваются на основе множества локальных критериев/требований. Построение стратегии принятия решений заключается в выборе/построении альтернатив для каждой подсистемы и их комбинирования в итоговую стратегию. Такой подход реализуется на основе метода Иерархического Морфологического Многокритериального Проектирования (ИММП) [2, 3, 4]. Приводится пример построения стратегии подготовки и принятия решений. Рассматриваемый материал расширяет и дополняет построение 3-этапного составного метода решения в системе многокритериального ранжирования СОВМІ [1, 2] и 5-этапной стратегии выявления и построения системы знаний эксперта [3].

2. Морфология стратегии принятия решений

Общая схема подготовки и принятия решений включает следующие подсистемы: (1) основные части: область задач, область моделей/методов, этап анализа решений, этап переформулирования задач(-и); (2) подсистемы поддержки: (2.1) информация (данные, знания экспертов, процедуры предварительной обработки, процедуры интеграции данных и знаний), (2.2) специалисты (эксперты, процедуры выбора специалистов, процедуры организации работы). В работе рассматривается упрощенный вариант стратегии принятия решений, состоящий из четырех частей: задачи, информация, модели/методы, подсистема анализа решений и переформулирования задач.. Следует отметить важность части стратегии в виде подсистемы специалистов (эксперты, организаторы процесса и т.п.). Далее используется конкретная иерархическая структура стратегии принятия решений. При этом следует отметить, что в общем случае построение такой структуры должно базироваться на исследовании исходной ситуации, включая возможность использования нескольких

вариантов иерархических структур

3. Иерархическое морфологическое проектирование

Краткое описание иерархического многокритериального морфологического проектирования имеет типовой характер (ИММП) [3, 4]. Рассматривается составная (декомпозируемая) система, состоящая из частей системы (компонентов) и их взаимосвязей (совместимости) IC. Используются следующие предположения: (1) система имеет древовидную структуру; (2) качество системы представляет собой составную оценку, которая интегрирует качество компонент (подсистем, частей) и качество совместимости (IC) компонент; (3) используются монотонные критерии для оценки системы и ее компонент; (4) качество компонент и IC оцениваются на основе координированных порядковых шкал. Используются следующие обозначения: (1) проектная альтернатива или проектный вариант (DAs) для узлов модели (системы и ее частей); (2) приоритеты для DAs обозначены $r=1, \dots, k$, где 1 соответствует наивысшему уровню качества; (3) порядковая совместимость (IC) для пары проектных вариантов обозначается $w=0, \dots, l$, где 0 соответствует несовместимости, а 1 – наилучшему уровню совместимости. Базовая версия ИММП включает следующие этапы: (1) построение древовидной модели системы; (2) генерация проектных вариантов DAs для каждой висячей вершины модели; (3) иерархический отбор и композиция проектных вариантов DAs в составную альтернативу DA для соответствующей вершины более высокого иерархического уровня (вершины «отца»); (4) анализ и улучшение полученного составного варианта DAs (решения). Задача синтеза составных проектных вариантов DAs состоит в следующем. Обозначим через S систему (составной проектный вариант DAs), включающую m частей (компонент). Тогда задача имеет вид:

Найти составную систему $S=S(1) * \dots * S(i) * \dots * S(m)$, состоящую из локальных вариантов DAs (один представитель DAs $S(i)$ для i -ой компоненты/части проектируемой системы, $i=1, \dots, m$; эта комбинация представляет собой морфологическую схему) при условии ненулевой совместимости IC для каждой пары отобранных локальных проектных вариантов DAs.

Используется дискретное пространство качества системы S на основе векторов следующего вида: $N(S)=(w(S);n(S))$, где $w(S)$ равен минимуму парной совместимости в S , $n(S)=(n_1, \dots, n_r, \dots, n_k)$, где n_r представляет собой число проектных вариантов DAs качества (приоритета) r в S . В результате мы ищем составное решение DAs, которое не доминируемо по $N(S)$. Схема решения включает две стадии: (а) конструирование допустимых морфологических схем, (б) выбор решений, эффективных по Парето. Описанная задача является сложной комбинаторной оптимизационной задачей (NP-трудной).

4. Иллюстративный числовой пример

Рассмотрим числовой пример построения стратегии подготовки и принятия решений. Этот пример основан на условных данных, но имеет типовой характер.

4.1. Структура

Исследуется следующая структура (для альтернатив в скобках указаны условные приоритеты):

0. Стратегия принятия решений $S=P*I*M*K$.

1. Задача P : $P_1(3)$ (выбор), $P_2(2)$ (рюкзачного типа), $P_3(3)$ (линейное упорядочение), $P_4(1)$ (групповое упорядочение или сортировка, т.е., разбиение на несколько слоев качества), $P_5(2)$ (кластеризация), $P_6 = P_2 \& P_3(1)$, $P_7 = P_2 \& P_4(2)$, $P_8 = P_4 \& P_5 \& P_6(2)$. Отметим, морфологическая схема для задач принятия решений приведена в [2].

2. Информационная часть (включая экспертов) $I=E*D*T$:

2.1. Эксперт(-ы) $E=A*R$:

2.1.1. Эксперт(-ы) A : $A_0(3)$ (без эксперта), $A_1(2)$ (эксперт), $A_2(1)$ (группа экспертов), $A_3(3)$ (несколько групп экспертов);

J_1	1	3	3	2	3	3	3
J_2	0	0	2	2	2	3	3
J_3	1	3	3	3	3	3	3

Таблица 3

	U_0	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5
Q_1	3	3	3	3	3	3
Q_2	3	3	3	3	3	3
Q_3	3	0	3	2	0	0
Q_4	3	2	3	3	3	3

Таблица 4

	F_0	F_1	F_2	F_3	F_4
L_0	3	0	0	0	1
L_1	3	3	3	3	3
L_2	3	3	3	3	3

3.3. Локальные составные решения

Составные локальные решения имеют следующий вид: $E_1=A_2*R_1$, $N(E_1)=(3;2,0,0)$ (идеальное решение); $D_1=J_1*W_3$, $N(D_1)=(2;2,0,0)$, $D_2=J_1*W_3$, $N(D_2)=(3;1,1,0)$, $D_3=J_1*W_3$, $N(D_3)=(3;1,1,0)$ (Парето-эффективные решения);

$T_1=Q_2*U_1$, $N(T_1)=(3;2,0,0)$, $T_2=Q_3*U_1$, $N(T_2)=(3;2,0,0)$ (идеальные решения);

$K_1=L_1*F_1$, $N(K_1)=(3;2,0,0)$, $K_2=L_1*F_2$, $N(K_2)=(3;2,0,0)$ (идеальные решения).

Для I (при равной совместимости) сформируем 6 решений: $I_1=E_1*D_1*T_1$, $I_2=E_1*D_2*T_1$, $I_3=E_1*D_3*T_1$, $I_4=E_1*D_1*T_2$, $I_5=E_1*D_2*T_2$, $I_6=E_1*D_3*T_2$.

3.4. Глобальные составные решения

Глобальное решение формируется их 4-х частей. Для упрощения расчета предположим лучшую совместимость и имеем 24 решения для анализа:

$$S_1=P_4*I_1*M_2*K_1, \quad S_2=P_4*I_2*M_2*K_1, \quad S_3=P_4*I_3*M_2*K_1, \quad S_4=P_4*I_4*M_2*K_1, \quad S_5=P_4*I_5*M_2*K_1,$$

$$\begin{aligned}
S_6 &= P_4 * I_6 * M_2 * K_1, & S_7 &= P_4 * I_1 * M_2 * K_2, & S_8 &= P_4 * I_2 * M_2 * K_2, & S_9 &= P_4 * I_3 * M_2 * K_2, & S_{10} &= P_4 * I_4 * M_2 * K_2, \\
S_{11} &= P_4 * I_5 * M_2 * K_2, & S_{12} &= P_4 * I_6 * M_2 * K_2, & S_{13} &= P_6 * I_1 * M_2 * K_1, & S_{14} &= P_6 * I_2 * M_2 * K_1, & S_{15} &= P_6 * I_3 * M_2 * K_1, \\
S_{16} &= P_6 * I_4 * M_2 * K_1, & S_{17} &= P_6 * I_5 * M_2 * K_1, & S_{18} &= P_6 * I_6 * M_2 * K_1, & S_{19} &= P_6 * I_1 * M_2 * K_2, & S_{20} &= P_6 * I_2 * M_2 * K_2, \\
S_{21} &= P_6 * I_3 * M_2 * K_2, & S_{22} &= P_6 * I_4 * M_2 * K_2, & S_{23} &= P_6 * I_5 * M_2 * K_2, & S_{24} &= P_6 * I_6 * M_2 * K_2.
\end{aligned}$$

Отметим, что число комбинаций в исходном множестве равно 473088.

5. Заключение

В работе предложен морфологический подход к моделированию процесса подготовки и принятия решений и построению стратегии решения на основе метода иерархического морфологического проектирования. В реальных ситуациях следует строить соответствующую морфологическую схему с учетом имеющихся ресурсов и целей (время, эксперты, исходные данные, средства их получения и обработки и др.). Важным также является рассмотрение процесса принятия решений как «макро-процесса», состоящего из стадий: (а) предварительное решение на основе упрощенной задачи, простейших данных; (б) базовая стадия с использованием большого набора исходных данных и методов их обработки, привлечения квалифицированных экспертов и др.; (в) заключительная стадия. В дальнейшем предполагается исследовать типовые прикладные ситуации и указанный многостадийный «макро-процесс».

Литература

1. Левин М.Ш., Михайлов А.А. Фрагменты технологии стратификации объектов: Препринт.- М.: ВНИИСИ, 1988.- 60 с.
2. Levin M. Sh., Combinatorial Engineering of Decomposable Systems, Springer, 1998.
3. Levin M. Sh., Towards Combinatorial Analysis, Adaptation, and Planning of Human-Computer Systems. Applied Intelligence, 16(3), 235-247, 2002.
4. Левин М.Ш., Комбинаторное проектирование систем. Автоматизация проектирования, N. 4, С. 14-19, 1997.