

УДК 334.021

Л.В. Маркарян

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ЭВОЛЮЦИОННОГО СОГЛАСОВАНИЯ РЕШЕНИЙ

Предложен новый экспертный метод прогнозирования – МЭС (метод эволюционного согласования решений). МЭС представлен как способ организации коллективной работы людей для принятия единого согласованного решения. Для оптимизации МЭС и ускорения процесса выхода на консолидированное решение предлагается использовать асинхронную процедуру обмена вариантами решений. Описаны правила и алгоритм взаимодействия данного метода применительно к сетевой программе.

Ключевые слова: экспертный метод, МЭС (метод эволюционного согласования решений), итерации, экспертное оценивание, оптимизация процесса, компетентность, прогнозирование.

В условиях развития современных информационных технологий особую актуальность приобретает оптимизация процесса коллективного принятия решений. Задача принятия решений заключается в выборе из множества альтернатив наилучшего варианта по определенному критерию. Существующие, в настоящее время, программные и организационные средства поддержки принятия решений имеют ряд не решенных проблем. Одной из них является проблема согласованного принятия решений группой экспертов в условиях дефицита времени и нехватки информации. На качество принимаемых решений отрицательно влияет мнение лица, принимающего решения, давления авторитетов и другие аспекты человеческого фактора. Для решения таких задач развивается новая информационная технология-метод эволюционного согласования решений (МЭС)[1].

МЭС - это способ организации коллективной работы людей, создающих совместно единый проект с заранее заданной целью по строго определенным правилам. В данном методе операции скрещивания, мутации, оценки и отбора вариантов выполняют люди. В соответствии с этими правилами для конкретной творческой задачи разрабатываются инструкции с учётом специфики и квалификации экспертов, и способ оценки их вклада. Вклад каждого участника рассматривается с двух сторон. Во-первых, он показывает имеющиеся знания в данной области, во-вторых, способность отсекать неправильные варианты и выдвигать правильные предположения. В первом случае участник выступает в роли «генератора идей», а во втором - в роли «эксперта».

Для удобства использования данного метода в практике обучения разработана сетевая программа. Данная программа служит только для обмена вариантами решений и оценки вклада каждого эксперта в общее согласованное решение. Метод эволюционного согласования решений устроен следующим образом. Эксперты, получив задание на разработку проекта с четко определенной целью и инструкции для взаимодействия, составляют первые, вначале неполные варианты

решения и записывают свой вариант решения данной задачи в индивидуальное текстовое поле. Время для первой итерации определено инструкцией.

После этого, отправляет этот вариант в базу данных решений, а также, выводит его в нижнем левом текстовом поле своего окна программы. Получив 2 решения от произвольных экспертов сети, участники должны выбирать из двух вариантов наиболее правильный на их взгляд вариант, добавить свои идеи, и в итоге составить следующее своё решение - решение второй итерации. В итоге у каждого участника появляются новые итерации своего варианта решения задачи. Все эти варианты сохраняются в отдельных папках. Эти файлы содержат в названии номер участника, и номер его итерации. Процесс решения заканчивается, когда участники (эксперты) сходятся к единому правильному решению, которое принимается как наиболее предпочтительное. Применения МЭС возможно в двух режимах работы: при синхронном и асинхронном способах обмена вариантами.

Для оптимизации МЭС и ускорения процесса выхода на консолидированное решение предлагается использовать асинхронную процедуру обмена вариантами решений. Это связано с тем, что при синхронной работе экспертов время наиболее быстро работающих экспертов используется неэффективно - они вынуждены ждать, когда медленно работающие эксперты закончат свою очередную итерацию. Для устранения данного негативного эффекта, было предложен асинхронный способ обмена вариантами.

А правила взаимодействия были сформулированы следующим образом: эксперт, закончивший работу над своим вариантом, посыпает его на сервер и переходит из режима работы в режим ожидания. Сервер, посыпает имеющийся у него чужой вариант решения эксперту, находящемуся в режиме ожидания. Эксперт, получив чужой вариант решения, Светлыми промежутками на этом рисунке обозначены периоды работы экспертов. Первая цифра обозначает номер эксперта, вторая, через дефис - номер итерации. Одиночные цифры на рис. 1, б

б) обозначают временную последовательность моментов окончания итераций экспертами. Темными промежутками на рис. 1 обозначены периоды ожидания. Поскольку производительность работы экспертов может отличаться существенно, при синхронном способе организации взаимодействия потери времени составляют до 40 %. В случае работы при асинхронном способе эти потери сокращаются до 10 %. Поскольку все эксперты работают параллельно, процесс получения решения завершается за небольшое количество итераций. Для оптимизации метода эволюционного согласования использующего асинхронный обмен вариантами решений, была использована модель виртуального эксперта (студента) [3].

Оптимизация метода может проводиться по одному из двух критериев. Первым из них является минимизация времени решения задачи при получении результатов с заданной точностью, вторым - достижение максимально возможной точности, когда нет ограничений по времени решения. Время, затраченное экспертом для решения задачи, зависит от его компетентности.

Компетентностью эксперта называется способность эксперта выносить на базе профессиональных знаний, интуиции и опыта достоверные суждения об объекте прогнозирования. Количественная мера компетентности эксперта называется коэффициентом компетентности. Коэффициент уровня компетентности колеблется в интервале от 0 до 1. Обычно в группу экспертов принято включать тех, у кого индекс компетентности не менее среднего 0,5.

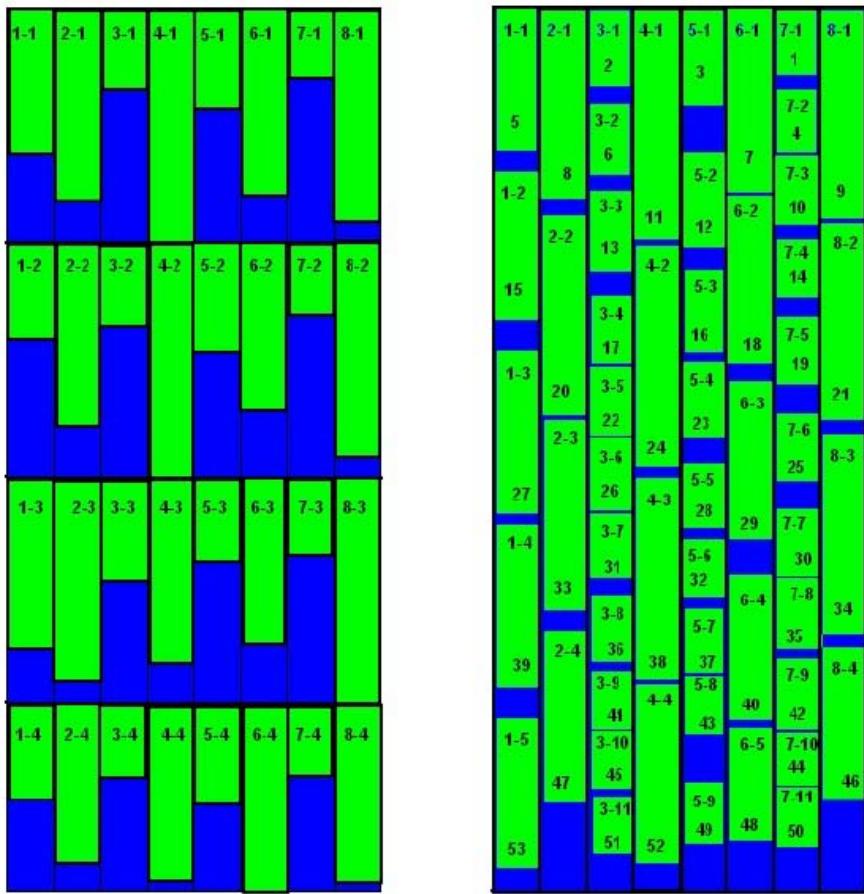


Рис. 1. Распределение времени работы экспертов при синхронном (а), асинхронном (б) способах обмена вариантами

Наиболее простая и удобная форма самооценки экспертов – совокупный индекс, рассчитанный на основании оценки экспертами своих знаний, опыта и способностей по ранговой шкале с позициями “высокий”, “средний” и “низкий”. В этом случае первой позиции присваивается числовое значение “1”, второй – “0,5”, третий – “0”.

Компетентность экспертов зависит от множества факторов:

- занимаемой должности;
- ученой степени;
- опыта практической работы;
- числа научных трудов;
- знания достижений науки и техники;
- понимания проблем и перспектив развития и др.

Если учитывать только 2 первых фактора, то можно предложить матрицу оценок компетентности экспертов.

| Занимаемая должность | (K _a) | | | |
|-----------------------------------|------------------------|---------------|-------------|----------|
| | специалист без степени | кандидат наук | доктор наук | академик |
| Ведущий инженер | 1 | — | — | — |
| С.Н.С., Н.С., М.Н.С. | 1 | 1,5 | — | — |
| Гл. Н.С., вед. Н.С. | — | 2,25 | 3 | — |
| Зав. лабораторией, сектора | 2 | 3 | 4 | 6 |
| Зав. отдела, заместитель | 2,5 | 3,75 | 5 | 7,5 |
| Руководитель комплекса, отделения | 3 | 4,5 | 6 | 9 |
| Директор, заместитель | 4 | 6 | 8 | 12 |

В таком случае совокупный индекс – коэффициент уровня компетентности эксперта вычисляется по формуле: $K_1 = (0,1K_u + K_a)/2$

Рассмотрим методику оценки компетентности экспертов, которая базируется на применении данной формулы.

K_u и K_a — коэффициенты информированности и аргументированности эксперта по решаемой проблеме. Коэффициент K_u определяется на основе самооценки эксперта по решаемой проблеме.

$K_u = 0$ — эксперт совсем не знает проблемы;

$K_u = 1/3$ — эксперт поверхностно знаком с проблемой;

$K_u = 4/6$ — эксперт знаком с проблемой, но не принимает непосредственное участие в ее решении;

$K_u = 7/9$ — эксперт знаком с проблемой и принимает непосредственное участие в ее решении;

$K_u = 1$ — эксперт отлично знает проблему.

Пользуясь данной формулой можно проводить отбор экспертов для МЭС. Чем выше оказывается компетенция каждого из экспертов, тем быстрее формируется консолидированное решение.

Обработка парных сравнений

При установлении причинно-следственных зависимостей между объектами предметной области, экспертам в ряде случаев сложно выразить их численно. То есть трудно установить количественно степень влияния той или иной причины (объекта) на конкретное следствие. Поэтому, исходя из того, что в МЭС участники, получив 2 решения от произвольных экспертов сети, должны выбирать наиболее правильный на их взгляд вариант, добавить свои идеи, и в итоге составить следующее своё решение - решение второй итерации, предлагается применить метод парного сравнения. Эта задача состоит в том, что эксперт устанавливает предпочтения объектов при сравнении двух произвольных возможных пар. Возникает вопрос, как получить оценку всей совокупности объектов на основе результатов парного сравнения, выполненного группой экспертов.

Пусть каждый из m экспертов производит оценку влияния на результат всех

$$\text{пар объектов, давая числовую оценку } r_{ij}^h = \begin{cases} 1, & \text{если объект } O_i \text{ более значим, чем } O_j \\ 0,5, & \text{объекты } O_i \text{ и } O_j \text{ равноправны} \\ 0, & \text{если объект } O_i \text{ менее значим, чем } O_j \end{cases}$$

где $h=1,2,\dots,m$ - номер эксперта, $i,j=1,2,\dots,n$ - номера объектов, исследуемых при экспертизе. Т. е. по результатам экспертизы имеем m -таблиц (матриц) вида (рис. 2).

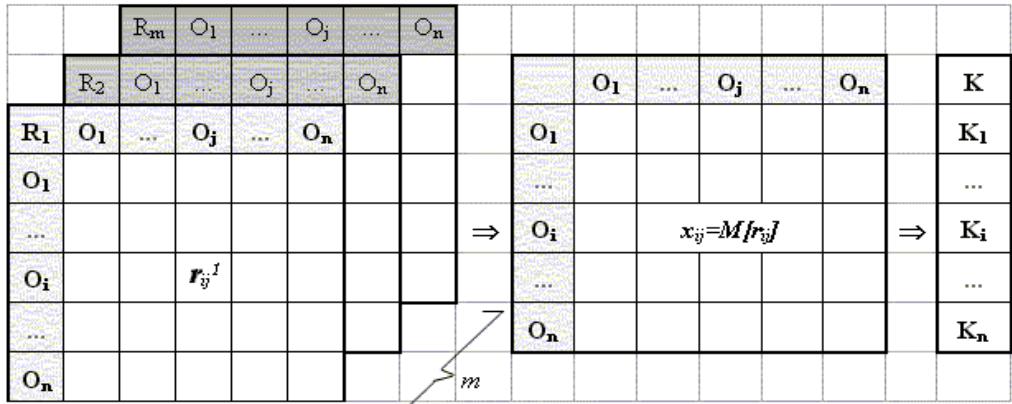


Рис.2. Последовательность обработки парных сравнений

Как следует из рис. 2 последовательность обработки парных сравнений заключается в том, что на основании таблиц парных сравнений m -экспертов строится матрица математических ожиданий оценок всех пар объектов. Затем по этой матрице вычисляется вектор коэффициентов относительной важности объектов.

Если при оценке пары O_{ij} из общего количества экспертов, m_i высказались в пользу предпочтения O_i , m_j экспертов в пользу O_j , а m_p считает эти объекты равноправными, то оценка математического ожидания дискретной случайной величины r_{ij} будет равна:

$$x_{ij} = M[r_{ij}^h] = 1 \frac{m_i}{m} + 0,5 \frac{m_p}{m} + 0 \frac{m_j}{m}, h = \overline{1, m} \quad (1)$$

Т.к. общее количество экспертов $m = m_i + m_p + m_j$, то определяя отсюда m_p и подставляя его в вышеприведенное выражение, получим .

$$x_{ij} = \frac{1}{2} + \frac{m_i - m_j}{2m} \quad (2)$$

Очевидно, что $x_{ij} + x_{ji} = 1$. Совокупность величин x_{ij} образуют матрицу $X = \|x_{ij}\|$ размерности $n \times n$, на основе которой можно построить ранжировку всех объектов и определить коэффициенты относительной важности объектов, то есть вектор

$$k = [k_1, k_2, \dots, k_n]^t \quad (3)$$

Одним из способов определения значений элементов вектора \vec{k} является итерационный алгоритм вида:

а) начальное условие $t=0$

$$k^0 = \underbrace{[1 1 1 \dots 1]}_n \quad (4)$$

б) рекуррентные соотношения

$$k^t = \frac{1}{\lambda^t} X k^{t-1} \quad (5)$$

$$\lambda^t = [111\dots1]Xk^{t-1}, t = (1,2,\dots,n), \quad (6)$$

где X - матрица математических ожиданий оценок пар объектов, k^t - вектор коэффициентов относительной важности объектов порядка t .

$$\sum_{i=1}^n k_i^t = 1 - \text{условие нормировки}$$

в) признак окончания

$$\|k^t - k^{t-1}\| < E \quad (7)$$

Если матрица X неотрицательна и неразложима (то есть путем перестановки строк и столбцов ее нельзя привести к треугольному виду), то при увеличении порядка $t \rightarrow \infty$ величина λ^t сходится к максимальному собственному числу матрицы X , то есть

$$k = \lim_{t \rightarrow \infty} k^t, \quad a \sum_{i=1}^n k_i = 1 \quad (8)$$

Это утверждение следует из теоремы Перрона-Фробениуса и доказывает сходимость приведенного выше алгоритма.

Достоинством МЭС являются:

- применение для быстрого согласования решений экспертов в условиях дефицита времени и экономии расходов при координации в группах;
- сетевая форма организации МЭС позволяет подключать к работе экспертов, находящихся на далеких расстояниях, консолидируя в чрезвычайных условиях лучший экспертный потенциал;
- внесение асинхронных принципов взаимодействия экспертов в МЭС позволяет на 20-40 % сократить время необходимое для принятия консолидированного решения;
- наряду с получением консолидированного решения, имеется возможность оперативно оценить творческий потенциал экспертов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маркарян Л.В. Экспертный метод прогнозирования при разработке целевых программ и планов /Информатизация и управление/:Сборник статей-2011г. ГИАБ.- М.: Издательство "Горная книга", 2011. – С. 464-469.
2. Рабинович П.Д., Протасов В.И., Потапова З.Е., Маркарян Л.В. Оптимизация процесса принятия решений на основе генетического консилиума. Материалы научно-практической конференции: «Новые информационные технологии в образовании». – М.: Изд. «1С Паблишинг», 2009. – С. 212-216.
3. Маркарян Л.В. Математическая модель виртуального студента / Информатизация и управление/:Сборник статей-2011г. ГИАБ. - М.: Издательство "Горная книга", 2011. – С 470-475.
4. Хабаров С. Экспертные системы.: Уч. пос.- Кафедра Информатики и Информационных Систем, ФЭУ, С-Пб ,2001. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Маркарян Лайра Вильковна – старший преподаватель, кафедра «Автоматики и управления в технических системах», laura.alex@mail.ru, Московский государственный горный университет.