

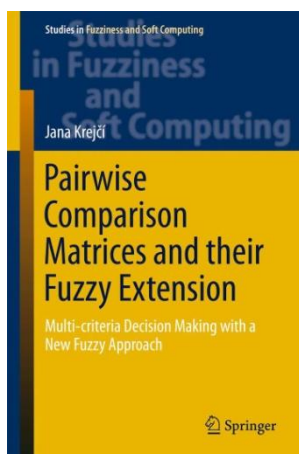
Уважаемые читатели!

В этом году снова появляется рубрика, в которой будут публиковаться рецензии на книги отечественных и иностранных авторов по искусственному интеллекту и принятию решений. Рецензентами выступают учёные, хорошо известные в нашей стране и за рубежом. Информация об этих книгах будет полезна не только научным работникам, профессионально работающим в соответствующих областях, но и позволит специалистам, аспирантам, студентам получить представление о новых современных направлениях исследований.

*Председатель редакционного совета, главный редактор журнала, академик РАН
И. А. Соколов*

Я. Крейчи

**Матрицы парных сравнений
и их нечеткое расширение. Новый
нечеткий подход к принятию решений
при многих критериях**



Методы принятия решений, в том числе и многокритериальных, которые основаны на информации в виде матрицы попарных сравнений заданного конечного числа объектов (решений), находят широкое применение во многих сферах человеческой деятельности благодаря своей простоте.

Монография Яны Крейчи [1], по существу, представляет собой первый подробный критический обзор существующей литературы, посвященной различным вариантам метода парных сравнений. Рассматриваются нечеткие расширения подходов, первоначально разработанных для сравнения объектов, описываемых обычными числовыми данными. Подчеркиваются различия и взаимосвязь между рассматриваемыми подходами, а также анализируются их

недостатки. Многочисленные примеры иллюстрируют и удачно дополняют теоретический материал книги, которая предназначена для исследователей в области принятия решений, а также аспирантов и студентов старших курсов соответствующих специальностей.

В первой главе даются общие представления о задачах принятия решений при нескольких критериях, использующих четкие, а также нечеткие данные. Вторая глава посвящена подробному изложению вариантов метода парных сравнений, которые далее будут распространяться на случай нечетких данных. Эти варианты метода основаны на матрице парных сравнений в мультипликативной и аддитивной формах. Причем элементы матрицы в аддитивной форме могут иметь как аддитивное, так и мультипликативное представление. Отмечаются такие фундаментальные свойства матрицы, как обратная симметричность, согласованность (по терминологии книги [2]), а также независимость конечного результата от перенумерации сравниваемых объектов. По мнению автора, именно эти свойства должны в той или иной мере сохраняться при нечетких расширениях любых вариантов метода парных сравнений. Из многих существующих подходов формирования весового вектора на основе матрицы парных сравнений рассматриваются метод собственного вектора и метод логарифмических наименьших квадратов (метод среднего геометрического). Наряду со свойством согласованности указываются и более слабые вариан-

ты этого свойства. Устанавливается связь трёх типов матриц парных сравнений (в мультипликативной форме, в аддитивной форме с аддитивным и мультипликативным представлениями элементов), даются формулы перехода между матрицами.

В третьей главе приводятся необходимые для дальнейшего изложения сведения из теории нечетких множеств. В частности, вводятся нечеткие числа и их специальные типы – интервальные, треугольные и трапециевидные нечеткие числа, а также определяются различные, главным образом, арифметические операции над ними. Обсуждаются варианты нормализованных положительных нечетких чисел, которые в частном случае четких чисел удовлетворяют требованию равенства их суммы единице. Наряду со стандартной арифметикой, применяемой при оперировании с введенными типами нечетких чисел и не выходящей за пределы классов этих типов, рассматривается стандартная арифметика с ограничением. Последняя позволяет получать более точные приближения для результатов оперирования с нечеткими числами, не выходя за пределы класса операндов.

Главные результаты содержатся в четвертой главе. Здесь приводятся и анализируются нечеткие расширения метода парных сравнений в трех направлениях, матрицы которых в четком случае были рассмотрены во второй главе. При этом, как указано выше, в нечетких расширениях в той или иной мере сохраняются такие свойства матрицы парных сравнений, как обратная симметричность, совместность и слабая совместность, а также инвариантность относительно перенумерации критериев. Один из важнейших выводов автора состоит в том, что стандартная арифметика с ограничением при оперировании с нечеткими числами даёт возможность в большей мере сохранять свойства обратной симметричности, совместности и инвариантности, чем арифметика без ограничения. Это способствует более обоснованному использованию той информации о предпочтениях лица, принимающего решение, которая присутствует в матрице парных сравнений, а, тем самым, и более точному окончательному результату.

В последней пятой главе излагается интерактивный двухфазный метод, предназначенный для оперирования с матрицами парных сравнений большой размерности при условии отсутствия информации о некоторых ее элементах. На первом этапе с соблюдением условия слабой согласованности формируется неполная (частично заполненная) матрица. Условие слабой согласованности позволяет указать каждому отсутствующему элементу в матрице парных сравнений диапазоны возможных интенсивностей предпочтения. На втором этапе методы получения нечетких приоритетов объектов на основе нечеткой матрицы парных сравнений, описанные в четвертой главе, применяются для формирования интервальных приоритетов объектов. Эффективность предложенного метода иллюстрируется практическим примером, демонстрирующим возможность сократить количество требуемых парных сравнений размерности $n=15$ и более в среднем на 60%. Следует заметить, что минимальное возможное количество сравнений, необходимых для заполнения матрицы парных сравнений размера $n \times n$, удовлетворяющей условиям обратной симметричности и согласованности, равно $n-1$. Именно такое количество сравнений объектов выполняется в упрощенном варианте метода анализа иерархий [3].

Библиография

1. Krejčí J. Pairwise Comparison Matrices and their Fuzzy Extension. Multi-Criteria Decision Making with a new Fuzzy Approach. Springer International Publishing AG, 2018. P. 283.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М. Радио и связь. 1993.
3. Ногин В.Д. Упрощенный вариант метода анализа иерархий на основе нелинейной свертки критериев. Журнал вычислительной математики и математической физики. 2004. Т. 44. № 7. С. 1259-1268.

Доктор физико-математических наук,
профессор Санкт-Петербургского
государственного университета
В.Д. Ногин