

О ПОСТРОЕНИИ МОДЕЛИ КОМПЕТЕНТНОСТИ ЭКСПЕРТА

Введение

Среди основных задач, которые приходится решать при проведении коллективной (групповой) экспертизы, обычно внимание специалистов акцентируется на трех:

- подбор экспертов;
- оптимизация работы экспертов в ходе проведения экспертизы;
- обработка результатов (оценок) экспертов, полученных в ходе проведения экспертизы.

По сути, все три задачи ориентированы на устранение одной проблемы – уменьшение разброса мнений (оценок) экспертов в результатах экспертизы. Наиболее известны методы решения этой проблемы в рамках второй задачи, состоящие в применении различных приемов и способов организации процесса экспертизы, в ходе которого с помощью применения специальных методик и системы организационных мероприятий обеспечивается схождение мнений экспертов к единому. Это так называемые сложные комплексные экспертизы [1,2,3], характерным представителем которых является популярный метод Дельфи, обеспечивающий выработку согласованного мнения экспертов в ходе комплексной многотуровой экспертизы [2,3]. Хотя этот метод в литературе характеризуется в целом положительно (обычно в качестве негатива отмечается трудоемкость и сложность организации процесса многотуровой экспертизы), можно предположить ситуации, где получаемое единогласное мнение экспертов для некоторых из них является вынужденным компромиссом, к которому подталкивает изматывающая процедура экспертизы плюс упорное невосприятие их точек зрения другими экспертами.

Решение задач подбора экспертов и организации обработки данных коллективной экспертизы напрямую связаны с проблемой некомпетентности экспертов, хотя пути преодоления этой проблемы для каждой задачи свои: в первом случае – недопущение в группу низкоквалифицированных экспертов,

© Архипов А.Е., Архипова С.А., Носок С.А., 2006

во втором – учет уровня компетентности эксперта в специально разработанных методиках обработки результатов экспертизы. Обе эти задачи требуют определения уровня компетентности экспертов.

Постановка задачи

Из известных методов оценки уровня компетентности, по-видимому, наиболее “жестким” является метод тестирования претендентов [2,6], однако его применение часто наталкивается на неприятие со стороны претендентов, обостряемое вопросом этической правомерности тестирования эксперта [2].

В этом плане более лояльным является документационный метод [2,3,4,6], предполагающий оценивать уровень компетентности эксперта по объективным документированным данным: числу публикаций и ссылок на работы эксперта, ученой степени и званию, должности, стажу и т.п. Слабым местом документационного подхода является необходимость построения модели компетентности эксперта, позволяющей по комплексу документированных характеристик сформировать интегральный показатель степени компетентности (например, в виде линейной форм взвешенных количественных значений отдельных характеристик [4]).

Достаточно часто используются методы само- и взаимооценки экспертов [2,3,4,5,6] в различных модификациях, сводящиеся к получению балльных оценок уровня компетентности каждого из экспертов, выставляемых ему его коллегами и им самим, с последующей обработкой этой совокупности оценок по специально разработанным методикам.

К сожалению, для названных методов характерен очень высокий уровень субъективизма, обусловленный влиянием различных факторов: психологических (неадекватная само- [2] и взаимооценка, личный антагонизм экспертов), конъюнктурных (в случае личной заинтересованности эксперта в исходе экспертизы), борьбы научных школ, направлений и т.п.

В [7] предложена процедура комплексной оценки уровня компетентности эксперта по модели компетентности, формируемой в процессе совместной обработки сведений, полученных документационным методом, и результатов само- и взаимооценки. Предполагается, что этот комплексный подход позволит избежать недостатков, свойственных каждому из используемых методов в отдельности, однако не-

обходимость построения моделей компетентности экспертов делает процедуру обработки экспертных данных весьма громоздкой.

Поэтому перспективным является подход, позволяющий оценить практическую пригодность к последующему использованию (в том числе и для дополнительной обработки) полученных в ходе экспертизы данных непосредственно по результатам анализа этих данных. В рамках упомянутого подхода разработано несколько методов анализа экспертной информации, в основе которых лежат оценки степени согласованности и непротиворечивости заключений экспертов [1,3,6]. К сожалению, используемые в этих методах порядковые шкалы не позволяют оценить фактическую меру разброса экспертных данных, в частности, отделить грубоошибочные результаты от более точных. Однако именно последняя задача решалась в работах [8,9], в которых рассмотрены эвристические методы обнаружения так называемых аномальных экспертов, базирующиеся на введении типизации экспертов в зависимости от стратегии их поведения во время экспертного опроса. Эта типизация может опираться на результаты анализа выборочных моментов, рассчитанных для каждого из экспертов непосредственно по выборкам их индивидуальных экспертных оценок, на сопоставление форм эмпирических распределений этих индивидуальных выборок, на результаты кластерной классификации всей выборочной совокупности данных экспертизы. Следует учитывать, что типизация экспертов возможна лишь в случае, когда коллектив экспертов высказывается по достаточно длинному перечню объектов экспертизы (экспертируемых свойств, признаков, качеств и т.д.), позволяющему определить особенности (в частности, аномалии) поведения экспертов в процессе экспертизы.

В случае кластеризации данных экспертизы тем или иным методом кластерного анализа, выявления и определения совокупности "нормальных" экспертов, возможно простое геометрическое обоснование расчета значений уровней компетентности экспертов. В качестве таковых значений рационально выбрать обратную величину к расстоянию r от точки, представляющей каждого из экспертов в пространстве экспертных оценок, до центра кластера "нормальных" экспертов, рассчитанному в соответствии с метрикой, используемой при кластеризации экспертов.

Модель компетентности эксперта

Уверенная идентификация кластера "нормальных" экспертов требует некоторой опорной информации о характеристиках входящих в этот кластер экспертов. В качестве подобной информации удобно брать упомянутые выше признаки, используемые для типизации экспертов: выборочные моментные характеристики, эмпирические распределения, другие индивидуализированные характеристики, рассчитываемые для каждого эксперта в отдельности. Если предположить, что совокупность таких персонифицированных характеристик, представимых в общем случае вектором $[X_1, X_2, \dots, X_k]$, содержит в себе определенную информацию об уровне компетентности C эксперта, то можно попытаться построить модель компетентности эксперта в виде зависимости

$$C = \mu(X_1, X_2, \dots, X_k, A), \quad (1)$$

где в качестве оценок компетентности используются величины, связанные с рассчитанными по результатам кластерного анализа индивидуальными экспертными расстояниями

$$r_j : c_j^{(1)} = \frac{1}{r_j}, c_j^{(2)} = \frac{1}{1 + r_j}, c_j^{(3)} = e^{-r_j}. \text{ В простейшем случае модель (1)}$$

может быть описана линейной регрессией:

$$C = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_g X_1 X_2 \dots X_k + \dots \quad (2)$$

Проверить насколько реализуема гипотеза построения модели (1) можно, выполнив идентификацию этой модели по реальным данным и оценив её работоспособность путем сопоставления результатов модельных исследований с выводами, полученными с применением уже отработанных исследовательских приемов. Для этого обратимся к рассматривавшейся в статьях [8,9] задаче обработки экспертных данных, в которой результаты коллективной экспертизы, выполненной группой из N экспертов, представлены прямоугольной матрицей размера МЧN:

$$Z = \begin{bmatrix} z_{11} & \dots & z_{1N} \\ \dots & \dots & \dots \\ z_{M1} & \dots & z_{MN} \end{bmatrix} = \{z_{ij}\}, \quad (3)$$

где M – количество вынесенных на обсуждение экспертов вопросов, z_{ij} – ответ на i -тый вопрос j -того эксперта, представленный в форме оценки в L -бальной шкале $\{0, 1, 2, \dots, l_{\max}\}$, $L = 1 + l_{\max}$. Для анализа качества результатов экспертизы исследуются отклонения оценок каждого из экспертов от средних по строке значений:

$$\bar{z}_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N z_{ij},$$

сведенные в матрицу

$$\Delta = \begin{bmatrix} \delta_{11} & \dots & \delta_{1N} \\ \dots & \dots & \dots \\ \delta_{M1} & \dots & \delta_{MN} \end{bmatrix} = \{\delta_{ij}\}, \quad (4)$$

$\delta_{ij} = z_{ij} - \bar{z}_i$, аналогичную по своей структуре матрице (3).

При идентификации модели (1) в качестве факторов, используемых для формирования регрессоров в выражении (2), выберем уже рассматривавшиеся в [8] статистики, индивидуально характеризующие действия каждого из экспертов:

- среднее отклонений оценок j -того эксперта

$$\bar{\delta}_j = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \delta_{ij}, \quad (5)$$

- выборочный второй начальный момент

$$\mu_j = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \delta_{ij}^2, \quad (6)$$

- выборочная дисперсия

$$\sigma_j^2 = \frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (\delta_{ij} - \bar{\delta}_j)^2, \quad (7)$$

- оценка энтропии отклонений j -того эксперта

$$H_j = - \sum_{t=1}^T \frac{\omega_{tj}}{M} \ln \frac{\omega_{tj}}{M} = - \frac{1}{M} \sum_{t=1}^T \omega_{tj} \ln \omega_{tj} + \ln M, \quad (8)$$

где $T = 2l_{\max}$ – количество интервалов варьирования значений отклонений оценок экспертов, ω_{tj} – частота попаданий значений отклоне-

ний j -того эксперта в t -ый интервал, рассчитанная на совокупности интервалов $[-l_{\max}, -l_{\max} + 1), \dots, [-1, 0), \dots, [l_{\max} - 1, l_{\max})$.

Оценки уровня компетентности C находим, как уже отмечалось выше, по результатам кластерного анализа экспертных данных в M -мерном признаковом пространстве с евклидовой метрикой, где каждому объекту классификации (эксперту) соответствует точка с координатами $(z_{1j}, z_{2j}, \dots, z_{Mj})$, называемая образом j -того эксперта. Для этого после выделения кластера нормальных экспертов [8,9] определяются координаты его центра $(z_{10}, z_{20}, \dots, z_{M0})$, а затем оцениваются расстояния между центром и образом каждого из N экспертов:

$$r_j = \left[\sum_{i=1}^M (z_{ij} - z_{i0})^2 \right]^{\frac{1}{2}}, j = \overline{1, N}, \quad (9)$$

которые затем, с привлечением соответствующих вариантов пересчетных соотношений, преобразуются в наборы значений оценок индивидуальных компетентностей экспертов $\{c_j^{(1)}\}, \{c_j^{(2)}\}, \{c_j^{(3)}\}, j = \overline{1, N}$.

Подставляя в выражение (5)-(9) количественные данные, представленные соответствующими элементами матриц (3), (4), получаем расчетным путем всю информацию по значениям факторов и зависимой переменной, необходимую для идентификации модели компетентности в форме (2). Решение задачи структурно-параметрической идентификации для набора значений зависимой переменной C , полученных по второму варианту расчетных соотношений $c_i = \frac{1}{(r_i + 1)}$,

приводит к трем близким по своим качествам моделям:

$$C = a_0 + a_1 \mu^{-1} - a_2 \bar{\delta} - a_3 \sigma^2, \quad (10)$$

$$C = a_0 + a_1 \mu^{-1} - a_2 \bar{\delta} - a_3 \mu \sigma^2, \quad (11)$$

$$C = a_0 + a_1 \mu^{-1} + a_2 \bar{\delta} H - a_3 (\bar{\delta})^{-1}, \quad (12)$$

из которых модель (10) имеет несколько более высокие аппроксимативные качества. В частности, для этой модели коэффициент детерминации $R^2=0,917$, тогда как для двух других моделей имеем: для модели (11) $R^2=0,909$, для модели (12) $R^2=0,911$. Для пересчетного

соотношения $c_i = \frac{1}{r_i}$ лучшей является модель компетентности, структурно совпадающая с выражением (10), что говорит об устойчивости этой структуры в классе гиперболических пересчетных соотношений.

Для третьего варианта пересчета $c_i = e^{-r_i}$ подбор моделей приводит к зависимости вида:

$$C = a_0 + a_1 \frac{1}{\delta \mu^2} - a_2 \frac{1}{(\bar{\delta})^2} - a_3 \frac{1}{\mu H} \quad (13)$$

Пересчетные соотношения $c^{(2)} = \frac{1}{(1+r)}$ и $c^{(3)} = e^{-r}$ ограничивают диапазон изменения значений компетентности экспертов промежуток $[0,1]$, тогда как пересчет по формуле $c^{(1)} = \frac{1}{r}$ определяет этот диапазон полуоткрытым интервалом $[0, \infty)$, что не удобно при выполнении практических расчетов, где значения компетентности экспертов используются в качестве весовых коэффициентов при обработке экспертных данных. В модели (13), полученной для пересчетного соотношения экспоненциального вида, значения компетентности реальных экспертов оказываются смещенными к 0, занимая в общем промежутке возможных значений $[0,1]$ узкий диапазон значений $0-10^{-3}$. В итоге лишь модель компетентности (10), построенная для оценок компетентностей, полученных с применением пересчетного соотношения $c = \frac{1}{(1+r)}$, позволяет достаточно полно использовать диапазон возможных значений $[0,1]$ и может быть рекомендована для практического применения.

Рассчитанные методом наименьших квадратов оценки параметров модели (10) имеют следующие значения: $\tilde{a}_0 = 0,0392$; $\tilde{a}_1 = 0,068$; $\tilde{a}_2 = -0,0081$; $\tilde{a}_3 = -0,00421$. В ходе апробации модели на реальных данных была выделена область значений компетентностей, характерных для аномальных экспертов. Это 20% нижней части шкалы компетентности, т.е. $0 \leq c_i \leq 0,2$.

Заключение

По результатам анализа и обработки данных экспертных опросов получена модель компетентности эксперта, применение которой позволяет значительно упростить процедуру оценки компетентности, в частности, становится возможным непосредственное вычисление этой оценки из набора экспертных данных. При этом отпадает необходимость выполнения достаточно сложной процедуры кластерного анализа, результаты которой не всегда допускают легкую и прозрачную интерпретацию полученных результатов, в частности объективное выделение кластера "нормальных" экспертов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дубровский С.А. Использование экспертных оценок в задачах предварительной алгоритмизации. – М.: ЦИНИ "Электроника", 1984. – 36с.
2. Матвієнко В.Я. Прогностика. – К.: Українські пропілеї, 2000. – 484с.
3. Грабовецький Б.Є. Економічне прогнозування і планування. – К.: Центр навчальної літератури, 2003. – 188с.
4. Китаев Н.Н. Групповые экспертные оценки. – М.: "Знание", 1975. – 64с.
5. Малин А.С., Мухин В.И. Исследование систем управления. – М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2004. – 400с.
6. Литвак Б.Г. Экспертная информация: Методы получения и анализа. – М.: Радио и связь, 1982. – 184с.
7. Архипов О.Є., Архіпова С.А. Математичне моделювання соціальних систем і процесів. – К.: ІВЦ "Політехніка", 2002. – 60с.
8. Архипов А.Е., Архипова С.А., Носок С.А., Пишко И.В. Применение методов классификации в задаче обработки данных экспертного опроса//Радіоелектроніка, інформатика, управління. – 2003. - №2(10). – с.104-108
9. Архипов А.Е., Архипова С.А., Носок С.А. Применение кластерного анализа для структурирования данных экспертного опроса// Адаптивні системи автоматичного управління. 2003. - №6(26). – с.55-61

Получено 23.03.2005 г.