

УДК 658.56

ИСКЛЮЧЕНИЕ НЕТРАНЗИТИВНЫХ ПОДМНОЖЕСТВ ИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ РАНЖИРОВАНИЯ

Хамханова Д.Н., Шарапова С.М.

ФГБОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления», Улан-Удэ, e-mail: office@esstu.ru

Одним из важнейших показателей качества пищевых продуктов, в частности, хлебобулочной продукции, являются такие органолептические показатели, как вкус, цвет, запах, внешний вид и т.п., оценка качества, которых проводятся экспертными методами измерений. Применение экспертных методов измерений включает следующие этапы: определение весовых коэффициентов, оценку значений показателей качества объекта экспертизы и определение комплексного показателя качества. Однако при определении весовых коэффициентов показателей качества хлебобулочных изделий часто появляются нетранзитивные включения. Следовательно, возникает задача исключения нетранзитивных подмножеств. В работе предложено исключение нетранзитивных подмножеств из результатов определения весовых коэффициентов ранжированием, методом Кемени, который ранее применялся при оценке результатов голосования. Предложенный метод имеет большую практическую ценность и может быть применен во всех областях, где проводятся экспертные методы определения весовых коэффициентов показателей качества продукции и услуг методом ранжирования.

Ключевые слова: нетранзитивность, показатели качества, хлебобулочные изделия

INTRANSITIVE SUBSET EXCLUSION FROM THE RESULTS OF DETERMINATION WEIGHT QUALITY INDICATORS OF BAKERY PRODUCTS BY RANKING METHOD

Khamkhanova D.N., Sharapova S.M.

East-Siberian State University of Technology and Management, Ulan-Ude, e-mail: office@esstu.ru

One of the most important indicators of the quality of food products, in particular, bakery products, are the organoleptic characteristics as taste, color, odor, appearance, etc., quality assessment of which is carried out by measurement methods. The use of expert methods of measurement involves the following steps: determination of weight coefficient, evaluating values of quality of expert examination object and determination of the complex index of quality. However, in determining the weight coefficient of bakery products quality, non-transitive inclusion often appear. Consequently, there arises an objective to exclude non-transitive subsets. The article proposes the exclusion of non-transitive subsets of the results of determination of weight coefficients by ranking, by Kemeny method, which had previously been used in assessing the results of the vote. The proposed method has a great practical value and can be applied in all areas where expert methods for determining the weight of quality products and services are held by ranking method.

Keywords: intransitive, quality indicators, bakery products

Появление нетранзитивных включений в результатах определения весовых коэффициентов показателей качества пищевых продуктов ставит задачу исключения нетранзитивных включений.

Контроль качества пищевых продуктов проводится по ряду таких органолептических показателей, как вкус, цвет, запах и т.п. Оценка же качества продукта проводится по комплексному показателю, который в большинстве случаев определяют по среднему арифметическому взвешенному с учетом весовых коэффициентов. В этом случае весовые коэффициенты показателей качества пищевых продуктов определяются различными методами: ранжирования, попарного сопоставления и двойного попарного сопоставления [3,6]. Практика применения этих методов при определении весовых коэффициентов показывает, что в любом случае возможно появление нетранзитивных включений [4, 5].

Целью данного исследования является исключение нетранзитивных подмножеств из результатов определения весовых коэффициентов показателей качества хлебобулочных изделий методом Кемени.

Материалы и методы исследования

Метод исследования – экспериментальный и аналитический.

Идея Джона Кемени. Согласно идее Дж. Кемени, для решения задачи исключения нетранзитивности надо минимизировать суммарное расстояние от кандидата в средние до мнений экспертов. Найденное таким способом среднее мнение называют «медианой Кемени».

С помощью расстояния Кемени находят итоговое мнение экспертной комиссии. Пусть $A_1, A_2, A_3, \dots, A_p$ – ответы p экспертов, представленные в виде бинарных отношений. Для их усреднения используют медиану Кемени [1, 2].

$$\text{Arg min} \sum_{i=1}^p [D(A_i, A)], \quad (1)$$

где Arg min – то или те значения A , при которых достигается минимума указанная сумма расстояний

Кемени от ответов экспертов до текущей переменной A , по которой и проводится минимизация.

Таким образом,

$$\sum_{i=1}^p D(A_i, A) = D(A_1, A) + D(A_2, A) + \dots + D(A_p, A). \quad (2)$$

Для арифметического нахождения медианы Кемени используют вертикальную форму записи ранжирований.

При этом для заполнения матрицы отношения предпочтения необходимо произвести следующее преобразование [6]:

$$r_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{если } a_i \leftarrow a_j; \\ 0 & \text{если } a_i \sim a_j; \\ -1 & \text{если } a_i \rightarrow a_j. \end{cases} \quad (3)$$

Результаты исследования и их обсуждение

При работе дегустационной комиссии на ОАО «Бурятхлебпром» были получены следующие результаты определения весовых коэффициентов показателей качества первого сорта методом ранжирования (табл. 1).

Свертка по результатам табл. 1 будет иметь вид:

$$б \rightarrow а \rightarrow в \sim г \sim д,$$

где знак « \rightarrow » означает предпочтение следующего за знаком объекта, чем предшествующего перед ним; знак « \sim » означает равнозначность объектов.

Таблица 1

Результаты определения весовых коэффициентов показателей качества хлеба первого сорта, полученные методом ранжирования

	а) Форма	б) Поверхность	в) Состояние мякиша	г) Запах	д) Вкус
1 эксперт	2	1	5	3	4
2 эксперт	2	1	4	3	5
3 эксперт	1	2	3	5	4
4 эксперт	2	1	4	5	3
5 эксперт	1	2	4	3	5
6 эксперт	1	2	5	4	3
7 эксперт	2	1	3	5	4
Сумма	11	10	28	28	28

Здесь показано, что показатели качества $в$, $г$, $д$ получили по 28 баллов и они равно-

значны, но они предпочтительнее $а$, который в свою очередь предпочтительнее $б$.

Ранжирование каждого эксперта также можно расписать в виде сверток:

1 эксперт: $б \rightarrow а \rightarrow г \rightarrow д \rightarrow в$;

2 эксперт: $б \rightarrow а \rightarrow г \rightarrow в \rightarrow д$;

3 эксперт: $а \rightarrow б \rightarrow в \rightarrow д \rightarrow г$;

4 эксперт: $б \rightarrow а \rightarrow д \rightarrow в \rightarrow г$;

5 эксперт: $а \rightarrow б \rightarrow г \rightarrow в \rightarrow д$;

6 эксперт: $а \rightarrow б \rightarrow д \rightarrow г \rightarrow в$;

7 эксперт: $б \rightarrow а \rightarrow в \rightarrow д \rightarrow г$.

Для нахождения медианы Кемени мнения экспертов в виде ранжированного ряда преобразованы согласно выражению (3) и построены матрицы отношений.

$$P_{ij}^1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 & 0 \end{bmatrix};$$

$$P_{ij}^2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix};$$

$$P_{ij}^3 = \begin{bmatrix} 0 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 & 0 \end{bmatrix};$$

$$P_{ij}^4 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & 0 \end{bmatrix}; \quad P_{ij}^6 = \begin{bmatrix} 0 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & 0 \end{bmatrix};$$

$$P_{ij}^5 = \begin{bmatrix} 0 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}; \quad P_{ij}^7 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}.$$

Расстояние между каждыми двумя матрицами будет равно:

$$d(\lambda_1, \lambda_2) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 0 = 2;$$

$$d(\lambda_1, \lambda_3) = 2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 2 + 2 = 8;$$

$$d(\lambda_1, \lambda_4) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 0 + 2 = 4;$$

$$d(\lambda_1, \lambda_5) = 2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 0 = 4;$$

$$d(\lambda_1, \lambda_6) = 2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 = 4;$$

$$d(\lambda_2, \lambda_3) = 2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 0 + 2 = 6;$$

$$d(\lambda_2, \lambda_4) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 2 + 2 = 6;$$

$$d(\lambda_2, \lambda_5) = 2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 2;$$

$$d(\lambda_2, \lambda_6) = 2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 2 = 6;$$

$$d(\lambda_2, \lambda_7) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 0 + 2 = 4;$$

$$d(\lambda_3, \lambda_4) = 2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 0 = 4;$$

$$d(\lambda_3, \lambda_5) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 0 + 2 = 4;$$

$$d(\lambda_3, \lambda_6) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 2 + 0 = 4;$$

$$d(\lambda_3, \lambda_7) = 2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 2;$$

$$d(\lambda_4, \lambda_5) = 2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 2 + 2 = 8;$$

$$d(\lambda_4, \lambda_6) = 2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 0 + 0 = 4;$$

$$d(\lambda_5, \lambda_6) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 2 = 4;$$

$$d(\lambda_5, \lambda_7) = 2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 0 + 2 = 6;$$

$$d(\lambda_6, \lambda_7) = 2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 2 + 0 = 6.$$

Все полученные данные заносим в матрицу расстояний (табл. 2).

Из всех вычисленных сумм наименьшая равна 26, и достигается она при A_2 . Следовательно, медиана Кемени – это мнение 2 экс-

перта. Это значит, что мнение 2 эксперта находится ближе ко всем остальным мнениям.

Поэтому мнение 2 эксперта принимается за результирующее мнение всей экспертной комиссии.

Таблица 2

Матрица расстояний

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Σ
A1	0	2	8	4	4	4	6	28
A2	2	0	6	6	2	6	4	26
A3	8	6	0	4	4	4	2	30
A4	4	6	4	0	8	4	2	28
A5	4	2	4	8	0	4	6	28
A6	4	6	4	4	4	0	6	28
A7	6	4	2	2	6	8	0	28

Выводы

Следовательно, метод Кемени, используемый для исключения нетранзитивных подмножеств, полученных при голосовании, может быть распространен для исключения нетранзитивных включений, полученных при определении весовых коэффициентов качества продукции и услуг методом ранжирования.

Список литературы

1. Кемени Дж., Снелл Дж. Кибернетическое моделирование: Некоторые приложения. – М.: Советское радио, 1972. – 192 с.
2. Литвак Б.Г. Экспертные технологии в управлении. – М.: 2004. – 400 с.
3. Хамханова Д.Н. Основы квалиметрии: учеб. пособие. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2003. – 144 с.
4. Шарапова С.М., Хамханова Д.Н. Задачи и методы исключения нетранзитивных подмножеств из результатов экспертных измерений в пищевой промышленности // Вестн. ВСГТУ. – 2011. – № 1(32). – С. 51-55.
5. Шарапова С.М., Хамханова Д.Н. Нетранзитивные включения в результатах экспертных измерений. // Сб. науч. трудов. Сер.: Биотехнология. Технология пищевых продуктов. / Восточно-Сибирский гос. технологический университет. – 2007. – Вып 14. – С. 72–78.
6. Шишкин И.Ф., Станякин В.М. Квалиметрия и управление качеством: учебник для вузов. – М.: Изд-во ВЗПИ, 1992. – 253 с.

References

1. Kemeni Dzh., Snell Dzh. Kiberneticheskoe modelirovanie: Nekotorye prilozheniya. – M.: Sovetskoe radio, 1972. 192 p.

2. Litvak B.G. Ekspertnye tekhnologii v upravlenii. M.: 2004. 400 p.

3. Khamkhanova D.N. Osnovy kvalimetrii: uchebnoe posobie. Ulan-Ude: Izd-vo VSGTU, 2003. 144 p.

4. Sharapova S.M., Khamkhanova D.N. Zadachi i metody isklucheniya netranzitivnykh podmnozhestv iz rezultatov ekspertnykh izmerenii v pishевой promyshlennosti // Vestnik VSGTU. 2011. no. 1(32). pp. 51–55.

5. Sharapova S.M., Khamkhanova D.N. Netranzitivnye vklucheniya v rezultatakh ekspertnykh izmerenii // Sb. Nauch. Trudov. Ser.: Biotekhnologiya. Tekhnologiya pishhevyykh produktov / Vostochno-Sibirskii gos. Tekhnologicheskii universitet. 2007. Vyp. 14. pp. 72–78.

6. Shishkin I.F., Stanyakin V.M. Kvalimetria i upravlenie kachestvom: uchebnik dlya vuzov. M.: Izd-vo VZPI, 1992. 253 p.

Рецензенты:

Лабаров Д.Б., д.т.н., профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, декан инженерного факультета, Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова», г. Улан-Удэ;

Дамдинов Б.Б., д.ф.-м.н., доцент кафедры «Общая физика»; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Бурятский государственный университет», г. Улан-Удэ.

Работа поступила в редакцию 10.12.2013.