Пән: Бизнесте басқару шешімдерін қабылдауды қолдау жүйелері

Көпкритерийлі басқарушылық шешімдерді әзірлеу және таңдау әдістері

Дәріс 8

Шаяхметова А.С., PhD, қауымдастырылған профессор
Жасанды интеллект және Big Data кафедрасы
2026-2027 оқу жылы

Дәрістің мақсаты

Көпкритерийлі шешім қабылдау есебінің қойылымын түсіндіру. Парето-оңтайлылық ұғымын және баламаларды іріктеу тәсілін қарастыру. Салмақталған қосынды, иерархияларды талдау әдісі (Саати, AHP) және TOPSIS әдістері арқылы баламаларды бағалау мен таңдауды нақты мысалда меңгерту.

1. **Есеп қойылымы**
2. **Парето & AHP**
3. **TOPSIS & салыстыру**

Дәріс жоспары

1. Көпкритерийлі есептің қойылымы
2. Парето-оңтайлылық және баламаларды іріктеу
3. Салмақталған қосынды және AHP әдісі
4. TOPSIS әдісі және әдістерді салыстыру

Көпкритерийлі шешім қабылдау

1. Басқарушылық шешімдер бір мезгілде бірнеше критерий бойынша бағаланады
2. Критерийлер жиі қайшылықты: пайда ↑ — тәуекел ↑, сапа ↑ — құн ↑
3. Барлық критерий бойынша ең жақсы балама сирек кездеседі
4. Мақсат — критерийлер арасындағы ымыралы (компромисті) шешімді табу

Есептің жалпы қойылымы

$$F(x) = (f_1(x), f_2(x), \ldots, f_k(x)) \rightarrow \text{opt}, \quad x \in X$$

X	мүмкін баламалар жиыны; f_j — j-критерий
Критерийлер	кейбірі максимумға (пайда, сапа), кейбірі минимумға (шығын, мерзім, тәуекел)
Салмақтар	критерийлердің маңыздылығы w_j, $\Sigma w_j = 1$

Мысал: жеткізушіні таңдау

Жеткізуші	Баға, мың тг (min)	Сапа, балл (max)	Мерзім, күн (min)	Сенімділік, балл (max)
A	500	8	10	7
B	450	6	7	8
C	550	9	12	9
D	520	7	14	6

Критерийлердің салмағы: баға — 0,4; сапа — 0,3; мерзім — 0,2; сенімділік — 0,1.

Парето-оңтайлылық

1. Балама Парето-оңтайлы, егер оны басқа критерийлерді нашарлатпай кем дегенде бір критерий бойынша жақсартатын балама болмаса

2. Үстемдік: A барлық критерий бойынша D-дан жақсы → D алынып тасталады

3. Парето жиыны — бір-біріне үстемдік етпейтін баламалар: A, B, C

4. Соңғы таңдау үшін қосымша ақпарат (критерийлердің салмағы) қажет

Көпкритерийлі талдау кезеңдері

1. Баламаларды анықтау
2. Критерийлерді таңдау
3. Парето бойынша іріктеу
4. Салмақтарды анықтау
5. Біріктіріп бағалау

Салмақталған қосынды әдісі

$$S_i = \Sigma\, w_j \cdot r_{ij}$$

r_{ij}	нормаланған бағалар: max-критерий үшін $r = x / x_{max}$, min-критерий үшін $r = x_{min} / x$
w_j	критерийлердің салмағы, $\Sigma w_j = 1$
Таңдау	интегралды бағасы S_i ең жоғары балама таңдалады

Мысал: нормаланған бағалар және нәтиже

Жеткізуші	Баға (0,4)	Сапа (0,3)	Мерзім (0,2)	Сенімділік (0,1)	S_i
A	0,900	0,889	0,700	0,778	0,844
B	1,000	0,667	1,000	0,889	**0,889**
C	0,818	1,000	0,583	1,000	0,844

D балама Парето бойынша іріктеу кезеңінде алынып тасталды.
B жеткізушісі ең жоғары бағаға ие (0,889). Баға критерийінің салмағы жоғары болғандықтан, арзан жеткізуші басым. Салмақтар өзгерсе, нәтиже де өзгеруі мүмкін — сезімталдық талдауы қажет.

AHP әдісі: Саати шкаласы

Балл	Маңыздылық деңгейі
1	Тең маңызды
3	Сәл маңызды
5	Едәуір маңызды
7	Анағұрлым маңызды
9	Абсолютті басым
2, 4, 6, 8	Аралық мәндер

Кері мәндер (1/3, 1/5, …) кері салыстыру үшін қолданылады.

AHP: жұптық салыстыру матрицасы

Критерий	Баға	Сапа	Мерзім	Салмақ w
Баға	1	2	3	**0,540**
Сапа	1/2	1	2	**0,297**
Мерзім	1/3	1/2	1	**0,163**

Салмақтар матрица жолдарының геометриялық ортасы арқылы есептелді.
$\lambda_{max} \approx 3{,}009$, келісімділік қатынасы $CR \approx 0{,}008 < 0{,}1$ — бағалар келісімді.

TOPSIS әдісінің кезеңдері

1. Матрицаны нормалау
2. Салмақтарды ескеру
3. Идеал және антиидеал
4. Қашықтықты есептеу
5. Жақындық коэффициенті

TOPSIS: идеал шешімге жақындық коэффициенті

$$C_i = D_i^- / (D_i^+ + D_i^-)$$

D_i^+	идеал шешімге дейінгі евклидтік қашықтық
D_i^-	антиидеал (ең нашар) шешімге дейінгі қашықтық
$C_i \in [0; 1]$	мәні 1-ге жақын балама — ең жақсы

Мысал: TOPSIS нәтижесі

Жеткізуші	Жақындық коэффициенті C
A	**0,527**
B	0,526
C	0,479

Векторлық нормалау және w = (0,4; 0,3; 0,2; 0,1) салмақтары бойынша:
C_a = 0,527, C_β = 0,526, C^c = 0,479.
A мен B іс жүзінде тең, ал салмақталған қосынды B-ны таңдады. Әдістер әртүрлі нәтиже беруі мүмкін — сондықтан бірнеше әдісті салыстыру қажет.

Әдістерді салыстыру

Әдіс	Артықшылығы	Кемшілігі
Парето іріктеу	Қарапайым, субъективті емес	Жалғыз шешім бермейді
Салмақталған қосынды	Түсінікті, есептеуі жеңіл	Критерийлерді толық алмастырымды деп болжайды
AHP (Саати)	Салмақтарды негіздейді, келісімділікті тексереді	Баламалар көп болса, еңбекті көп қажет етеді
TOPSIS	Идеал шешімге жақындықты ескереді	Нормалау тәсіліне сезімтал

Python құралдары

pandas	шешім матрицасын сақтау және нормалау
numpy	AHP салмақтарын және TOPSIS қашықтықтарын есептеу
pymcdm, scikit-criteria	дайын көпкритерийлі талдау әдістерінің кітапханалары
matplotlib	нәтижелерді және сезімталдық талдауын визуализациялау

Қорытынды

1. Көпкритерийлі есепте баламалар бірнеше қайшылықты критерий бойынша бағаланады

2. Парето бойынша іріктеу үстем етілген баламаларды алып тастайды

3. Салмақталған қосынды, AHP және TOPSIS әдістері соңғы таңдауды негіздейді; олардың нәтижелерін салыстыру қажет

4. Нәтиженің тұрақтылығын салмақтар бойынша сезімталдық талдауымен тексеру қажет

Бақылау сұрақтары

1. Көпкритерийлі шешім қабылдау есебі қалай қойылады?
2. Парето-оңтайлы балама дегеніміз не?
3. Салмақталған қосынды әдісінде бағалар қалай нормаланады?
4. AHP әдісінде критерийлердің салмағы мен келісімділігі қалай анықталады?
5. TOPSIS әдісінің негізгі идеясы неде?

Әдебиеттер

1. Трофимова Л.А., Трофимов В.В. Методы принятия управленческих решений. — М.: Юрайт, 2024.

2. Бусов В.И., Лябах Н.Н., Саткалиева Т.С., Таспенова Г.А. Теория и практика принятия управленческих решений. — М.: Юрайт, 2024.

3. Liu S., Zaraté P. et al. (eds.). Decision Support Systems XIII. — Cham: Springer, 2023.

4. James G., Witten D., Hastie T., Tibshirani R., Taylor J. An Introduction to Statistical Learning: with Applications in Python. — Springer, 2023.

Назарларыңызға рахмет!

Көпкритерийлі басқарушылық шешімдерді
әзірлеу және таңдау әдістері

Дәріс 8