Пән: Бизнесте басқару шешімдерін қабылдауды қолдау жүйелері

Бизнес-үдерістердің нәтижелік көрсеткіштерін болжау әдістері

Дәріс 12

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

Дәрістің мақсаты

Бизнес-үдерістердің нәтижелік көрсеткіштерін болжаудың мәні мен маңызын түсіндіру. Болжау әдістерінің жіктелуін қарастыру. Уақыт қатарларын, регрессиялық және машиналық оқыту әдістерімен таныстыру. Болжам дәлдігін бағалау және әдісті таңдау принциптерін көрсету.

1 **Болжау ұғымы**

2 **Әдістер**

3 **Дәлдік & таңдау**

Дәріс жоспары

1. Болжау ұғымы және нәтижелік көрсеткіштер
2. Уақыт қатарларын болжау әдістері
3. Себеп-салдарлық және машиналық оқыту әдістері
4. Болжам дәлдігін бағалау және қолдану

Болжау дегеніміз не?

1. Бұрынғы және қазіргі деректер негізінде көрсеткіштің болашақ мәнін бағалау
2. Нүктелік болжам (бір мән) және аралықтық болжам (сенім аралығы) түрінде беріледі
3. Болжам мерзімі: қысқа (апта, ай), орта (тоқсан, жыл), ұзақ (бірнеше жыл)
4. Басқару шешімдерінің (жоспар, бюджет, ресурс) негізі болып табылады
5. Болжау — болашақты нақты білу емес, белгісіздікті азайту құралы

Бизнес-үдерістің нәтижелік көрсеткіштері

Кіріс ресурстар

Бизнес-үдеріс

Нәтижелік көрсеткіш (KPI)

Болжам & шешім

Болжанатын көрсеткіштер:

- Сатылым көлемі мен түсім
- Өндіріс көлемі және өнімділік
- Шығындар мен пайда
- Клиенттердің кету деңгейі, тапсырыстарды орындау уақыты

Болжау әдістерінің жіктелуі

Топ	Әдістер	Қолдану жағдайы
Сапалық	Дельфи, сарапшылық бағалау	Деректер жоқ немесе аз
Уақыт қатарлары	Орташа, тегістеу, ARIMA	Ұзақ тарихи деректер бар
Себеп-салдарлық	Регрессия, эконометрика	Факторлардың әсері маңызды
Машиналық оқыту	Random forest, бустинг, LSTM	Деректер көп, байланыс күрделі

Уақыт қатарының құрамдас бөліктері

Аддитивті: $Y_t = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t$

Мультипликативті: $Y_t = T_t \cdot S_t \cdot C_t \cdot \varepsilon_t$

T	тренд (ұзақ мерзімді даму бағыты)
S	маусымдылық (тұрақты мерзімде қайталанатын ауытқу)
C	циклдік құрамдас (экономикалық цикл)
ε	кездейсоқ құрамдас (шу)

Жылжымалы орташа және экспоненциалды тегістеу

Жылжымалы орташа: $\hat{Y}_{t+1} = (Y_t + Y_{t-1} + \ldots + Y_{t-m+1}) / m$

Экспоненциалды тегістеу: $\hat{Y}_{t+1} = \alpha \cdot Y_t + (1 - \alpha) \cdot \hat{Y}_t$, $0 < \alpha < 1$

m	терезе ұзындығы: m үлкен болса, қатар қаттырақ тегістеледі
α	үлкен болса, соңғы бақылауларға салмақ көбірек беріледі
Қолдану	екі әдіс те тренді және маусымдылығы жоқ қатарға қолайлы
Артықшылық	қарапайым, деректі аз қажет етеді

Холт-Винтерс және ARIMA модельдері

1. Холт моделі тренді ескереді, Холт-Винтерс — тренд пен маусымдылықты
2. ARIMA(p, d, q): AR — авторегрессия, I — айырымдау, MA — жылжымалы орташа
3. ARIMA стационарлық қатарға қолданылады; стационарлықты ADF тестімен тексереді
4. Маусымдық қатар үшін SARIMA қолданылады
5. Параметрлер AIC/BIC және қалдықтар талдауы арқылы таңдалады

Регрессиялық болжау

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \ldots + \beta_k X_{kt} + \varepsilon_t$$

Мысал: Сатылым = β_0 + β_1·Баға + β_2·Жарнама + β_3·Маусым + ε

Болжам	факторлардың болашақ мәндері қажет
Сценарий	«егер жарнама өссе, сатылым қалай өзгереді?»
Артықшылық	себептерді түсіндіреді
Кемшілік	факторлардың өзін болжау қажет

Динамикалық эконометриялық модельдер

1. Лагтық модельдер: $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \varepsilon$ — әсер кешігіп жүреді
2. Авторегрессиялық лагы бар модель (ADL): Y_t тәуелді Y_{t-1} және X_t-ға
3. VAR — бірнеше өзара байланысты көрсеткіштерді бірге болжау
4. Коинтеграция және қателерді түзету моделі (ECM) — ұзақ мерзімді тепе-теңдік
5. Granger себептілік тесті — бір қатардың екіншісін болжауға көмегін тексереді

Машиналық оқыту әдістері

Әдіс	Артықшылығы	Шектеуі
Random forest	Сызықтық емес байланыстарды ұстайды	Тренд бойынша экстраполяция әлсіз
Градиенттік бустинг	Жоғары дәлдік	Параметрлерді баптау қажет
Нейрондық желілер (LSTM)	Күрделі уақыттық тәуелділік	Деректі көп қажет етеді, түсіндіру қиын

ML әдістері деректер көп және байланыс күрделі болғанда тиімді.

Болжам дәлдігін бағалау

1. Қате: $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$; MAE, RMSE, MAPE көрсеткіштері есептеледі
2. MAPE = $(100\%/n)\cdot\Sigma|e_t| / Y_t$ — салыстыруға ыңғайлы
3. Модель үйрету деректерінде емес, тест (out-of-sample) деректерде бағаланады
4. Rolling origin: болжау нүктесін жылжыту арқылы қайталап тексеру
5. Болжамды қарапайым әдіспен (naive) салыстыру қажет

Мысал: айлық сатылымды болжау

Ай	Нақты (млн тг)	MA(3)	ES (α=0,3)
1	120	—	120,0
2	125	—	121,5
3	132	125,7	124,7
4	128	128,3	125,7
5	140	133,3	130,0
6	145	137,7	134,5
7	150	145,0	139,1
8	158	151,0	144,8
9 (болжам)	**?**	**151,0**	**144,8**

Мысал бойынша дәлдікті салыстыру

Салыстыру 4–8 айлар бойынша жүргізілді (бес болжам)

Көрсеткіш	MA(3)	ES (α=0,3)
MAE	10,20	13,43
RMSE	10,94	14,43
MAPE, %	**6,93**	9,11

Қатарда өсу тренді бар, сондықтан екі әдіс те болжамды төмендетеді.
Трендті ескеретін Холт моделі қолайлырақ.

Әдісті таңдау ұсынымдары

1. Деректер аз болса — сарапшылық бағалау, қарапайым орташа
2. Тренд және маусымдылық бар болса — Холт-Винтерс, SARIMA
3. Факторлардың әсерін түсіндіру қажет болса — регрессия, VAR
4. Деректер көп және байланыс күрделі болса — машиналық оқыту
5. Дәлдікті арттыру үшін бірнеше әдіс болжамдарын біріктіреді (ансамбль)

Қорытынды

1. Болжау басқару шешімдерінің белгісіздігін азайтады
2. Әдістер: сапалық, уақыт қатарлары, себеп-салдарлық, машиналық оқыту
3. Әдіс таңдау деректер көлеміне, тренд пен маусымдылыққа тәуелді
4. Болжам дәлдігі MAE, RMSE, MAPE және тест деректерімен бағаланады
5. Ең жақсы нәтижені әдістерді салыстыру және біріктіру береді

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!

Бизнес-үдерістердің нәтижелік
көрсеткіштерін болжау әдістері

Дәріс 12