

3. Леван, Т.Н. Сетевое взаимодействие образовательных организаций по вопросам формирования у обучающихся культуры здоровья: теоретико-методологический аспект профессиональной подготовки педагогических кадров / Т.Н. Леван // Образование и наука. 2015. № 9 (128). С. 83-106.

4. Ложкин, А.Г. Технологические основы сетевого взаимодействия в предпринимательстве / А.Г. Ложкин, Р.И. Таюпов // Управление экономическими системами: электронный журнал. 2014. № 12. Режим доступа: <http://uecs.ru/uecs-72-722014/item/3281> -2014-12-27-10-11-33; (Дата обращения: 25.11.2017 г.).

5. Ванина, Э.Г. Высшее образование как фактор качества жизни / Вестник университета (Государственный университет управления). 2013. № 15. С. 232237.

MASHINA O‘QITISH MODELLARINI BAHOLASH VA ULARNI ISHLAB CHIQRISH JARAYONIGA TAYYORLASH METODOLOGIYASI

Matchonov Shohrux Matkarim o‘g‘li

Jizzax shahridagi QFU filiali, “Raqamli ta’lim texnologiyalari markazi” rahbari

shohruhmatchonov@gmail.com

Po‘latova Sarvinoz Arslon qizi

Jizzax shahridagi QFU filiali 4-bosqich talabasi

sabinapolatova1998@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada Business Intelligence (BI) tizimlarida mashina o‘qitish modellarini baholash, ularning aniqlik darajasini tahlil qilish va ishlab chiqarish jarayoniga tayyorlashga oid metodologik yondashuvlar ishlab chiqilgan. Tadqiqotda model sifatini aniqlashda offline va online baholash yondashuvlari, overfitting va underfitting muammolarining oldini olish usullari, train-test split hamda kross-valitatsiya metodlarining samaradorligi ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: mashina o‘qitish, BI tizimlari, baholash, kross-valitatsiya, model tayyorlash, overfitting.

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ИХ ПОДГОТОВКИ К ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ПРОЦЕССУ

Матчонов Шохрух Маткарим угли

Филиал КФУ в г.Джизаке, начальник Центра цифровых образовательных технологий

shohruhmatchonov@gmail.com

Пулатова Сарвиноз Арслон кизи

Студентка 4-го курса филиала КФУ в г.Джизаке

sabinapolatova1998@gmail.com

Аннотация: В данной статье разработаны методологические подходы к оценке моделей машинного обучения, анализу их точности и подготовке к внедрению в производственные процессы в рамках систем Business Intelligence (BI). В исследовании рассматриваются подходы offline и online оценки качества моделей, методы предотвращения проблем переобучения (overfitting) и недообучения (underfitting), а также эффективность методов разделения данных на обучающую и тестовую выборки (train-test split) и кросс-валидации.

Ключевые слова: машинное обучение, BI-системы, оценка, кросс-валидация, подготовка модели, переобучение.

MACHINE LEARNING MODEL EVALUATION AND METHODOLOGY FOR PREPARING MODELS FOR DEPLOYMENT

Matchonov Shohrux Matkarim ugli

KFU Branch in Jizzakh, Head of the “Center for Digital Educational Technologies”

shohruhmatchonov@gmail.com

Pulatova Sarvinoz Arslon kizi

4th-year student KFU Branch in Jizzakh

sabinapolatova1998@gmail.com

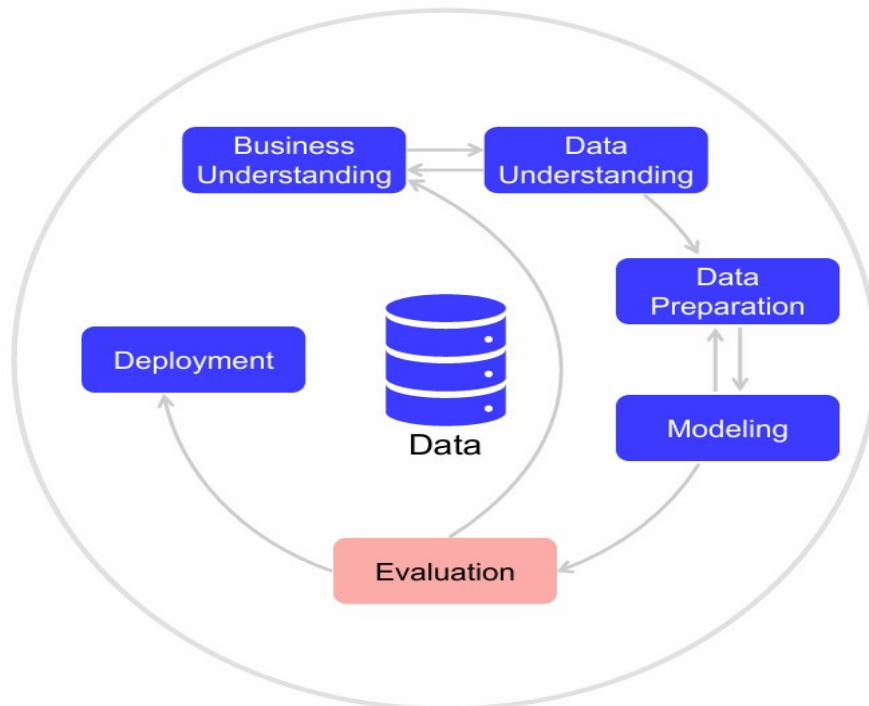
Annotation: This paper develops methodological approaches to evaluating machine learning models within Business Intelligence (BI) systems, analyzing their accuracy levels, and preparing them for deployment. The study examines both offline and online model evaluation techniques, discusses strategies for preventing overfitting and underfitting, and assesses the effectiveness of train-test split and cross-validation methods.

Keywords: machine Learning, Business Intelligence (BI) systems, evaluation, cross-validation, model deployment, overfitting.

Kirish. So‘nggi yillarda sun‘iy intellekt va ma‘lumotlar tahlili texnologiyalarining jadal rivojlanishi natijasida korxonalar va tashkilotlar o‘z faoliyatini raqamlashtirish yo‘lida sezilarli qadamlar tashlamoqda. Shulardan biri – Business Intelligence (BI) tizimlari bo‘lib, ular biznes qarorlarini qabul qilishda analitik va bashoratli modellar yordamida ma‘lumotlardan samarali foydalanishni ta‘minlaydi. BI tizimlarining muvaffaqiyati, avvalo, ishlatilayotgan mashina o‘qitish modellari sifatiga bog‘liq. Shu bois, har bir model ishlab chiqilgandan so‘ng uni baholash, natijalarini tekshirish va ishlab chiqarish muhitiga tayyorlash zarur bo‘ladi [1].

Modelni to‘g‘ri baholash jarayoni ikki yo‘nalishda olib boriladi: texnik nuqtayi nazardan (aniqlik, RMSE, F1-score kabi metrikalar yordamida) va biznes nuqtayi nazardan (foйда, xarajat, foydalanuvchi faolligi kabi ko‘rsatkichlar bilan). Ushbu maqolada modelni baholash bosqichi, overfitting muammosi va ishlab chiqarishga tayyorlash bosqichining metodologiyasi batafsil yoritiladi [2].

1. Modelni baholash metodologiyasi. Modelni baholash bosqichi mashina o‘qitishning eng muhim tarkibiy qismlaridan biridir. CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) metodologiyasida bu bosqich model natijalarining ishonchligi va biznes maqsadlariga mosligini tekshirish jarayoni sifatida ko‘riladi [8]. Baholashning asosiy maqsadi – model o‘rganilgan ma‘lumotlar asosida emas, balki yangi, ilgari ko‘rilmagan ma‘lumotlar ustida ham samarali ishlay olishini aniqlashdir. Baholash usullari asosan offline (ajratilgan test to‘plamida) va online (real muhitda) turlarga bo‘linadi [3].



1-rasm. CRISP-DM ning 6 asosiy bosqichi va harakat yo‘nalishi

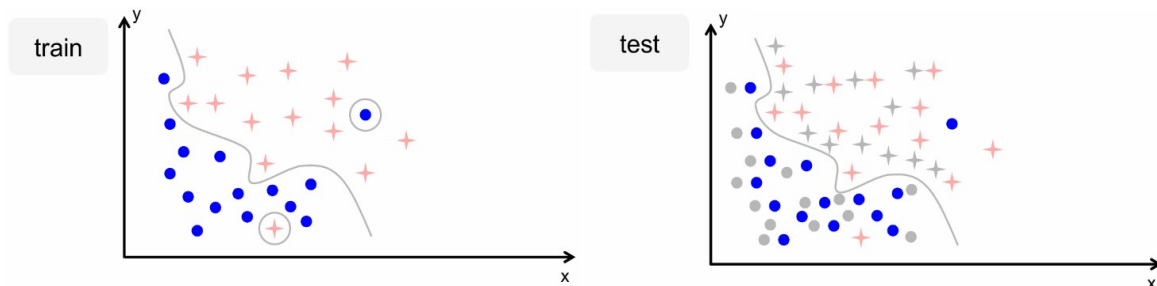
Offline baholashda model tarixiy ma‘lumotlar asosida sinovdan o‘tkaziladi va aniqlik, xatolik yoki F1-score kabi metrikalar hisoblanadi. Online baholashda esa model real foydalanuvchi muhiti bilan integratsiya qilinadi va A/B-testlar orqali haqiqiy biznes natijalari (masalan, daromad yoki mijozlar soni) tahlil qilinadi. Agar model texnik jihatdan yuqori aniqlikka ega bo‘lsa, ammo biznes foydasini oshirmasa, u samarali deb hisoblanmaydi. Shuning uchun modelni baholash faqat matematik ko‘rsatkichlar bilan cheklanmay, biznes maqsadlari bilan uyg‘un holda olib borilishi lozim [4,5].

2. Overfitting va cross-validation yondashuvlari. Bunday holatda model o'zgaruvchilar orasidagi haqiqiy bog'liqlikni emas, balki shovqinni o'rganadi. Aksincha, underfitting holatida model

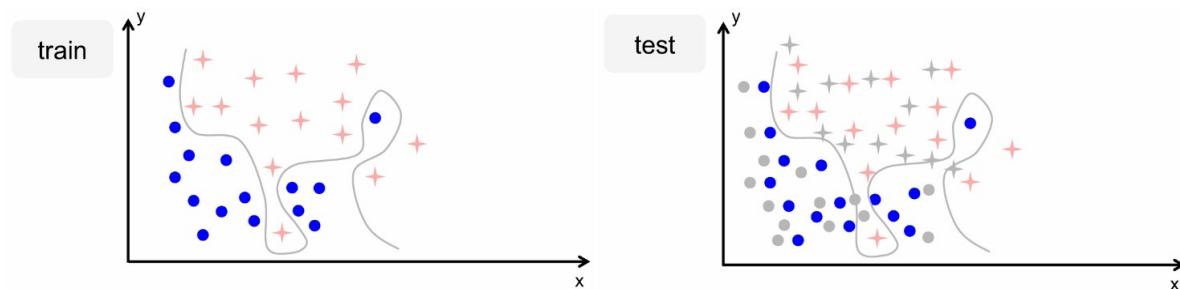


ma'lumotlar ichidagi asosiy qonuniyatlarni ham to'liq o'rgana olmaydi [5].

Overfittingni kamaytirish uchun train-test split, train-validation-test split va kross-valitatsiya (cross-validation) metodlaridan keng foydalaniladi. Kross-valitatsiya usulida ma'lumotlar K bo'lakka ajratilib, har safar ulardan biri test sifatida ishlatiladi, qolganlari esa o'qitish uchun qo'llaniladi [6]. Bu usul modelning umumlashuvchanlik darajasini oshiradi va real muhitda barqaror ishlashini ta'minlaydi. Bundan tashqari, regularizatsiya, dropout va early stopping kabi texnikalar ham overfitting muammosini kamaytirishga yordam beradi [7].



1-rasm. Optimal egri chiziq



2-rasm. Ortiqcha moslashtirilgan (Overfitting) egri chiziq. 3-rasm. 4 bo'limli kross-valitatsiya (4 qismli o'zaro tekshiruv)

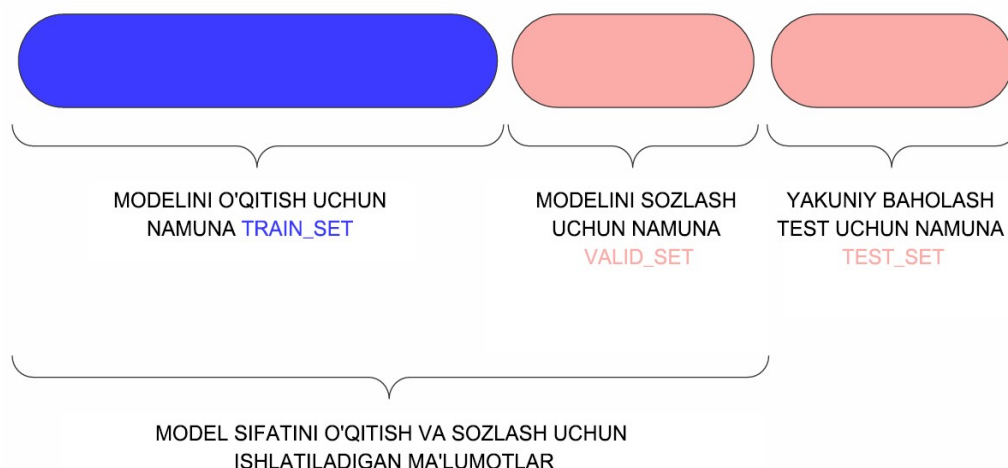
Amaliy tajribalarda BI tizimlarida foydalaniladigan regressiya va neyron tarmoq modellarida 5-fold yoki 10-fold kross-valitatsiya eng maqbul yondashuv hisoblanadi. Bunday yondashuv modelni turli segmentlardagi ma'lumotlarda sinovdan o'tkazishga imkon beradi va natijada modelning real biznes sharoitida ham barqaror ishlash ehtimolini oshiradi.

3. Modelni ishlab chiqarishga tayyorlash va BI tizimlardagi amaliy natijalar. Baholash bosqichi yakunlangach, model ishlab chiqarish muhitiga joriy etishga tayyorlanadi. Ushbu bosqichda modelning ishonchliligi, kod sifati va hujjatlashtirish darajasi muhim rol o'ynaydi. Modelni tayyorlash

jarayoni uch bosqichdan iborat: natijalarni baholash (Results Evaluation), jarayonni ko'rib chiqish (Process Review) va keyingi qadamlarni belgilash (Next Steps) [9]. Shuningdek, peer review jarayoni – data-sayentistlarning bir-birining kodini tahlil qilishi va takomillashtirishi ishlab chiqarish jarayonining ajralmas qismi hisoblanadi.

Ishlab chiqarishdan oldin modelning barcha kutubxonalar ro'yxati (requirements.txt yoki environment.yml) hujjatlashtiriladi, sinov natijalari bilan birga Docker konteynerga joylanadi. Bu esa BI tizimlarida modelni boshqa serverlarda muammosiz ishga tushirish imkonini beradi. Shuningdek, model versiyalari (model versioning) alohida saqlanib, kelgusida natijalarni taqqoslash va audit jarayonlarini osonlashtiradi.

BI tizimlarida modelni ishlab chiqarishga joriy etishning amaliy misollariga quyidagilar kiradi:



4-rasm. Train-validation-test bo'linishi savdo hajmini prognozlovchi modellar, farmatsevtika sohasida talab bashorati, bank tizimlarida mijoz xatti-harakatlarini tahlil qiluvchi algoritmlar va foydalanuvchilarga shaxsiylashtirilgan tavsiyalar beruvchi tizimlar. Bu jarayonlarda modelning texnik aqliqligi bilan bir qatorda, biznes natijalar (ROI, daromad o'sishi, samaradorlik) ham baholanishi lozim.

Xulosa. Yuqorida keltirilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, mashina o'qitish modellarini baholash va ularni ishlab chiqarishga tayyorlash jarayoni BI tizimlarining muvaffaqiyatli ishlashida hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi. Modelni baholash nafaqat texnik jihatdan, balki biznes maqsadlariga muvofiq natijalarni ham tahlil qilishi kerak. Overfitting va underfitting muammolarini kamaytirish, kross-valitatsiya orqali model barqarorligini ta'minlash hamda peer review yordamida kod sifatini oshirish BI tizimlarining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, BI tizimlarida mashina o'qitish modellarini baholashning kompleks yondashuvi korxonalar uchun raqamli qarorlarni tezroq va ishonchli qabul qilishga imkon beradi. Shu bois, kelgusida ushbu metodologiya dorixona tarmoqlari, qishloq xo'jaligi va chakana savdo sohalarida ham muvaffaqiyatli tatbiq etilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Фаттахова Ю. Оценка моделей с точки зрения бизнеса. Сбер, 2024.
2. Фаттахова Ю. Переобучение и оценка результатов моделирования. Сбер, 2024.
3. Фаттахова Ю. Подготовка кода модели к передаче. Сбер, 2024.
4. CRISP-DM Methodology (Cross Industry Standard Process for Data Mining).
5. Bishop C. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2006.
6. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. MIT Press, 2016.
7. Han J., Kamber M., Pei J. Data Mining: Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann, 2021.
8. Matchonov Shohruh Matkarim o'g'li, Asatov Timur Nurmuhimmatovich. PYTHON YORDAMIDA STATISTIK GIPOTEZALARNI SINASH: ASOSIY TESTLAR VA MODELLASHTIRISH BOSQICHLARI. JIZPI XABARNOMASI. 2025-yil №2. ISSN: 3060-4966.
9. Matchonov Shohruh Matkarim o'g'li, Asatov Timur Nurmuhimmatovich. BI-TIZIMNING CHUQUR O'QITISH ASOSIGA QURILGAN UMUMLASHGAN ARXITEKTURASI. Texnika fanlarining dolzarb masalalari Topical Issues of Technical Sciences 2025-yil | 3-jild | 8-son ISSN (onlayn): 3030-3702.