12 / ДӘРІС

Мехатроника жүйелеріндегі болжамдау және диагностика

Сенсор деректері, ақауларды ерте анықтау және predictive maintenance

Дәріс беруші: механика кафедрасының PhD, ассистент-профессоры Б.И. Ахметова

Дәрістің мақсаты және күтілетін нәтижелер

- Тақырыптың теориялық негіздерін түсіндіру
- Алгоритмдер мен инженерлік шешімдерді салыстыру
- Робототехникада қолданылатын мысалдарды талдау
- Практикалық есепті өз бетінше құрастыру

Диагностика және болжамдау

Диагностика: қазіргі ақауды табу

Прогноз: болашақ күйді және істен шығу мерзімін бағалау

Мақсат: тоқтап қалуды, шығынды және тәуекелді азайту

Мехатрондық жүйедегі ақаулар

Мойынтірек тозуы, редуктор саңылауы, мотор қызуы

Сенсор ығысуы, кабель үзілуі, жетектің дірілі

Механикалық және электрондық ақаулар өзара әсер етеді

Сенсорлар мен сигналдар

1

Діріл, ток, температура, акустика, айналу жиілігі

2

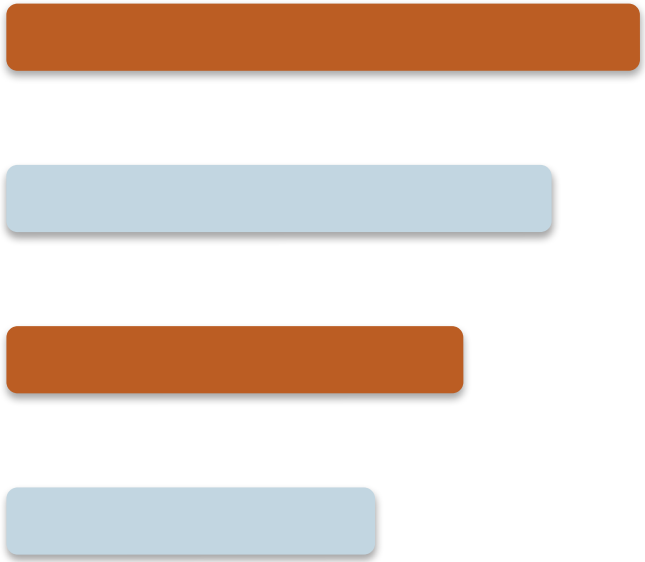
Дискреттеу жиілігі ақау спектрін қамтуы тиіс

3

Дерек сапасы: шу, бос мән, дрейф

Белгі шығару және FFT

- Уақыт домені: RMS, peak, kurtosis
- Жиілік домені: FFT спектрі, гармоникалар
- Жұмыс режиміне қарай нормализация қажет



Аномалияларды анықтау

Шекті мән, Isolation Forest, autoencoder

Ақау белгісі жоқ кезде unsupervised әдіс тиімді

False alarm және missed detection теңгерімі

Қалған ресурс RUL

Remaining Useful Life — істен шығуға дейінгі уақыт

Регрессия, survival analysis, LSTM қолданылуы

Болжамға сенім аралығын қосу маңызды

Цифрлық егіз

1

Физикалық модель мен сенсор деректерін байланыстыру

2

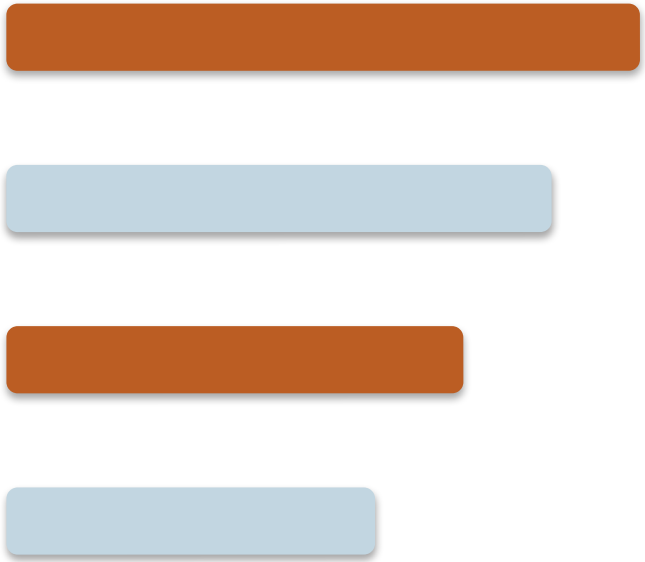
Нақты және болжанған сигнал айырмасын қадағалау

3

Техникалық қызмет көрсету сценарийлерін сынау

Метрикалар және валидация

- MAE, RMSE — сандық болжам үшін
- Precision/Recall — ақау классификациясы үшін
- Уақыт бойынша train/test бөлу data leakage-ті азайтады



Инженерлік қиындықтар және шешімдер

Ақау дерегінің аздығы → simulation және transfer learning

Режим өзгерісі → контекстік модель және қайта калибрлеу

Жалған дабыл → көп сенсорлы растау

Практикалық жұмыс

Мотор дірілі бойынша 3 жұмыс режимін салыстырыңыз

RMS пен FFT белгілерін есептеңіз

Қалыпты және ақаулы күйге қарапайым детектор жасаңыз

Бақылау сұрақтары

1. Мехатроника жүйелеріндегі болжамдау және диагностика тақырыбының негізгі міндеті қандай?

2. Қандай әдістер мен алгоритмдер қолданылуы мүмкін?

3. Нақты роботтағы қандай шектеулерді ескеру керек?

4. Ұсынылған шешімнің сапасын қалай өлшейміз?

Қорытынды және әдебиеттер

- Теориялық модельді нақты роботтың физикалық шектеулерімен байланыстырыңыз.
- Алгоритм сапасын өлшеу үшін метрикалар мен сынақ жағдайларын анықтаңыз.
- Әдебиеттер: S. Russell, P. Norvig — Artificial Intelligence: A Modern Approach.
- Қосымша: IEEE Robotics & Automation Magazine; ROS 2 Documentation; ғылыми мақалалар.