13 / ДӘРІС

Робототехника процестерін оңтайландыру

Өнімділік, энергия, траектория және ресурстарды тиімді басқару

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

Оңтайландыру міндеті

Мақсат функциясы: уақыт, энергия, дәлдік немесе шығын

Шектеулер: жылдамдық, үдеу, момент, қауіпсіздік

Көп критерийлі есепте Pareto ымырасы қаралады

Математикалық қойылым

1

min J(x), мұнда x — басқару не жобалау айнымалылары

2

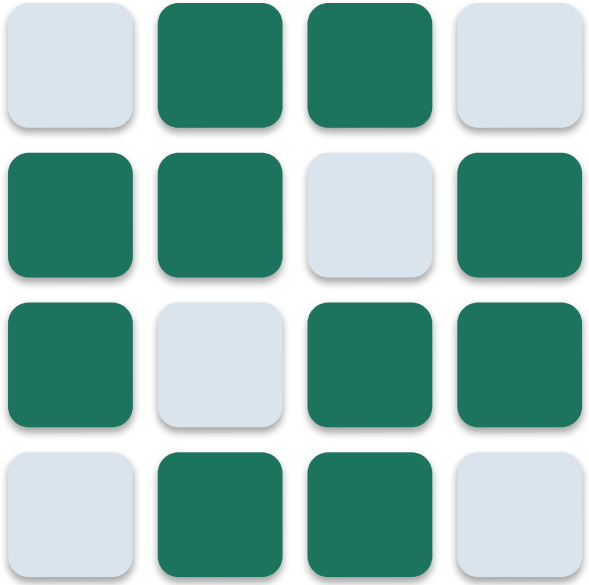
g(x)≤0 және h(x)=0 — шектеулер

3

Модель дәлдігі шешім сапасына әсер етеді

Градиенттік әдістер

- Gradient descent: $x(k+1)=x(k)-\alpha\nabla J(xk)$
- Жылдам, бірақ жергілікті минимумға түсуі мүмкін
- Қадам ұзындығын дұрыс таңдау қажет



Эволюциялық алгоритмдер

Genetic Algorithm, Particle Swarm Optimization

Туындысыз, күрделі іздеу кеңістігіне жарамды

Есептеу ресурсын көп жұмсауы мүмкін

Траекторияны оңтайландыру

Жол ұзындығы, jerk, қозғалыс уақыты минимизациясы

Кинематикалық және динамикалық шектеулер

Манипуляторда collision-free қозғалыс

Энергияны үнемдеу

1

Мотордың жұмыс режимі мен үдеу профилін бейімдеу

2

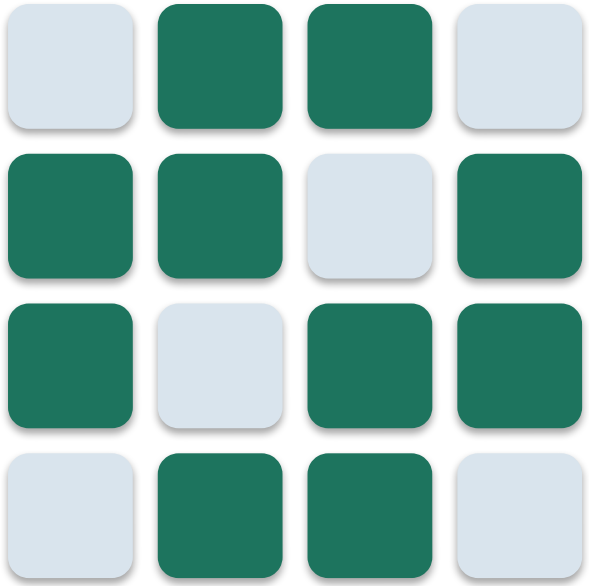
Батарея SoC және жүктеме массасын ескеру

3

Рекуперация мүмкіндігін бағалау

Өндірістік процестер

- Cycle time, throughput, OEE көрсеткіштері
- Робот тапсырмаларын жоспарлау және bottleneck талдау
- Digital twin арқылы what-if эксперименттері



Көпмақсатты оңтайландыру

Жылдамдық ↑ болса, энергия мен діріл өсуі мүмкін

Салмақталған қосынды немесе Pareto front

Мүдделі тараптармен басымдықты келісу

Инженерлік қиындықтар және шешімдер

Модель қателігі → robust optimization

Нақты уақыт шектеуі → MPC және warm start

Тұрақсыз нәтиже → шектеулер мен сынақ сценарийлері

Практикалық жұмыс

1

Манипулятордың 3 траекториясын салыстырыңыз

2

Уақыт, энергия, jerk бойынша бағалау кестесін жасаңыз

3

Pareto тұрғысынан таңдауды негіздеңіз

Бақылау сұрақтары

1. Робототехника процестерін оңтайландыру 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.