10 / ДӘРІС

Роботтардың интеллектуалды автономиясы

Қабылдау, шешім қабылдау, әрекет және өзін-өзі бақылау

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

Автономия деңгейлері

1

Қашықтан басқару, жартылай автономды және толық автономды режим

2

Адам бақылауы миссия тәуекелімен анықталады

3

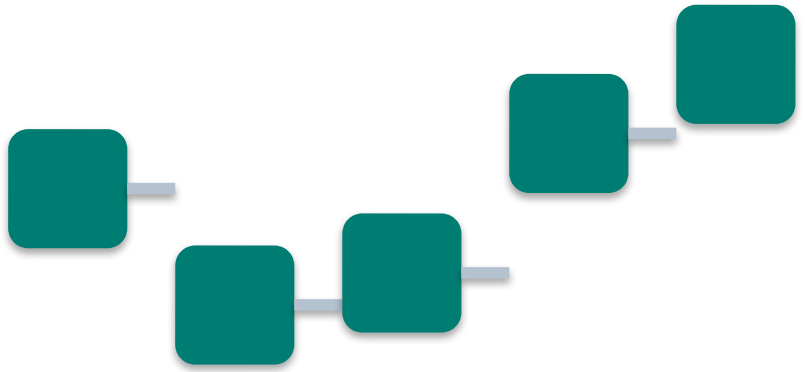
Қауіпсіздік үшін қолмен басқаруға ауысу қажет

Автономды роботтың циклі

- Сенсорлар → әлем моделі → жоспарлау → басқару → кері байланыс

- Жоғары деңгей: миссия; төменгі деңгей: мотор командалары

- Оқиғаға реакция және мақсатқа бағытталған мінез-құлық



Perception және sensor fusion

Камера, LiDAR, IMU, GNSS, энкодер деректері

Kalman/EKF сүзгілері белгісіздікті азайтады

Уақыт синхрондауы — сенімді бағалаудың шарты

Мінез-құлық архитектуралары

Finite State Machine: күйлер мен ауысулар

Behavior Tree: күрделі миссияны модульдеу

Реактивті және deliberative басқаруды біріктіру

Шешім қабылдау

1

MDP: күй, әрекет, сыйақы, ауысу ықтималдығы

2

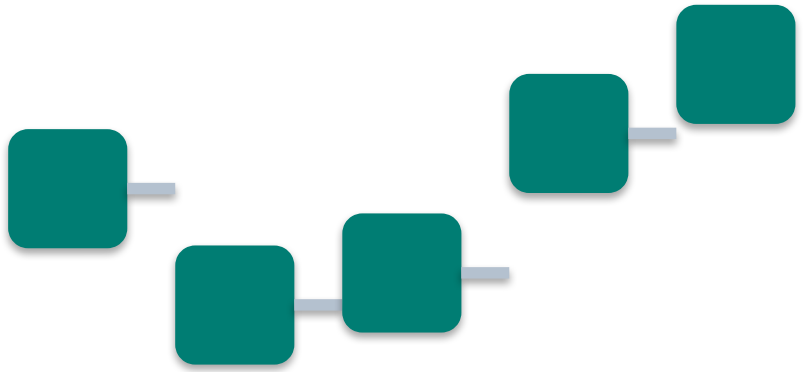
POMDP: толық байқалмайтын ортадағы сенім күйі

3

Қауіпсіздік шектеуімен әрекет таңдау

Reinforcement learning

- Агент ортадан марапат арқылы саясат үйренеді
- Sim-to-real алшақтығы — нақты роботқа көшіру қиындығы
- Domain randomization және қауіпсіз оқыту қажет



Edge AI және нақты уақыт

Есептеуді робот бортында орындау байланысқа тәуелділікті азайтады

Кешігу, қуат және жад — маңызды шектеулер

Модельді quantization және pruning арқылы ықшамдау

Қауіпсіз автономия

Watchdog, emergency stop, геоаймақ, қауіпсіз жылдамдық

Белгісіз жағдайда conservative fallback

Адамға түсінікті журнал мен оқиға тіркеу

Инженерлік қиындықтар және шешімдер

1

Дерек жетіспеуі → белгісіздікті бағалау

2

Байланыс үзілуі → автономды қауіпсіз күй

3

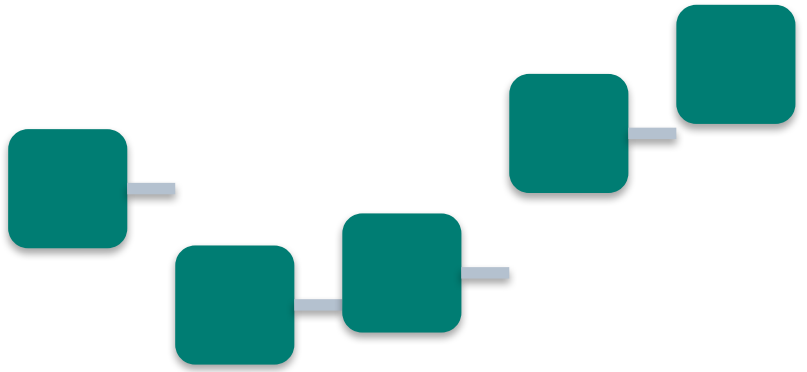
Модель дрейфі → мониторинг және қайта калибрлеу

Практикалық жұмыс

- Қойма роботы үшін Behavior Tree жобалаңыз

- Миссия: жүкті алу, кедергіден айналу, жеткізу

- Төтенше тоқтау және қайта іске қосу шарттарын енгізіңіз



Бақылау сұрақтары

1. Роботтардың интеллектуалды автономиясы 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.