09 / ДӘРІС

Жол іздеу алгоритмдері

Графтар, эвристикалық іздеу және мобильді роботтың маршруты

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

Маршрутты жоспарлау есебі

Кіріс: карта, бастапқы және мақсат нүктелері, кедергілер

Шығыс: қауіпсіз әрі тиімді қозғалыс траекториясы

Өлшемдер: жол ұзындығы, есептеу уақыты, энергия, тәуекел

Картаны графқа түрлендіру

1

Түйіндер — робот бара алатын ұяшықтар немесе нүктелер

2

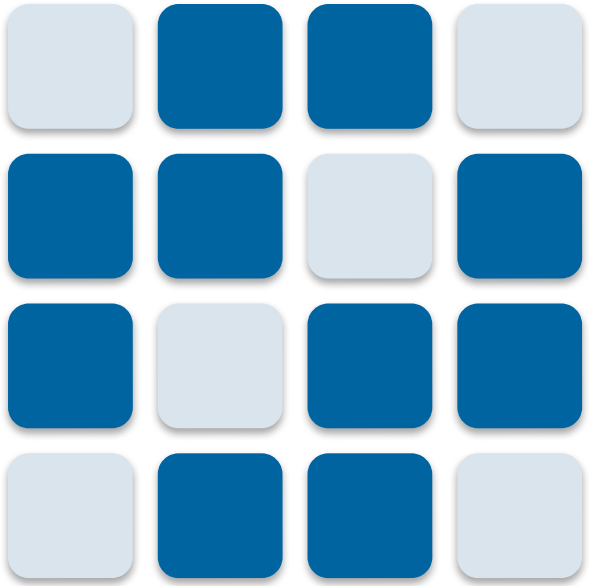
Қырлар — ықтимал ауысулар; салмақ — қашықтық не құн

3

Occupancy grid, топологиялық карта, навигациялық тор

BFS және DFS

- BFS салмақсыз графта ең аз қадамды жолды табады
- DFS тереңдікке өтеді; ең қысқа жолға кепілдік бермейді
- Үлкен картада жады мен уақыт шығынын салыстыру қажет



Дейкстра алгоритмі

Теріс емес салмақтары бар графтағы ең арзан жол

Басымдық кезегімен ең төмен құнды түйінді таңдайды

Эвристикасыз сенімді, бірақ ірі картада баяу болуы мүмкін

A* алгоритмі

f(n)=g(n)+h(n): нақты шығын мен болжам қосындысы

Рұқсат етілген эвристика оптимал жолды сақтайды

Тор үшін Манхэттен не Евклид қашықтығы қолданылады

D* Lite және динамикалық орта

1

Кедергі өзгергенде жолды қайта есептеуді жылдамдатады

2

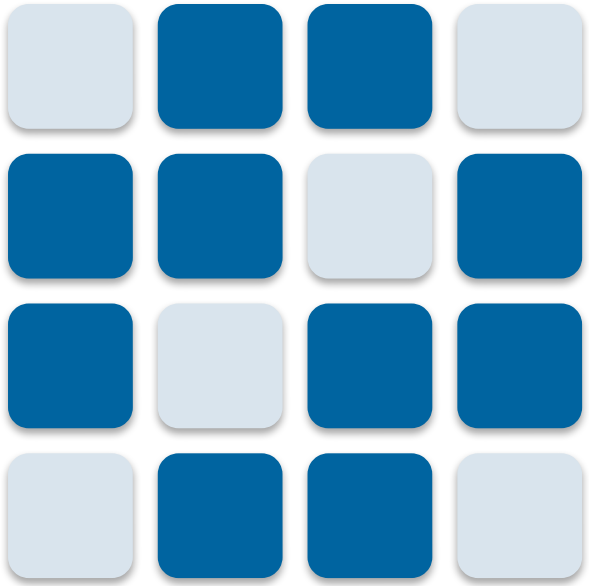
Қоймадағы адамдар мен жылжымалы жүк — динамикалық фактор

3

Жергілікті жоспарлағышпен біріктіріледі

Жергілікті жоспарлау

- DWA: жылдамдықтар кеңістігіндегі ықтимал командалар
- TEB: уақыт бойынша оңтайландырылған траектория
- Робот кинематикасы мен тежелу шектеулерін ескеру



Алгоритмдерді салыстыру

BFS: салмақсыз; Dijkstra: салмақталған; A*: эвристикалық

D* Lite: өзгермелі ортада қайта жоспарлау

Таңдау карта көлеміне және сенсор жаңаруына тәуелді

Инженерлік қиындықтар және шешімдер

Карта қатесі → сенсор біріктіру және қайта локализация

Тар өткел → робот өлшеміне сәйкес инфляция қабаты

Динамикалық кедергі → жиі қайта жоспарлау және қауіпсіз тоқтау

Практикалық жұмыс

1

20×20 торда кедергілер енгізіп, A* құрастырыңыз

2

BFS және A* түйін ашу санын салыстырыңыз

3

Жол ұзындығы мен орындалу уақытын есептеңіз

Бақылау сұрақтары

1. Жол іздеу алгоритмдері 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.