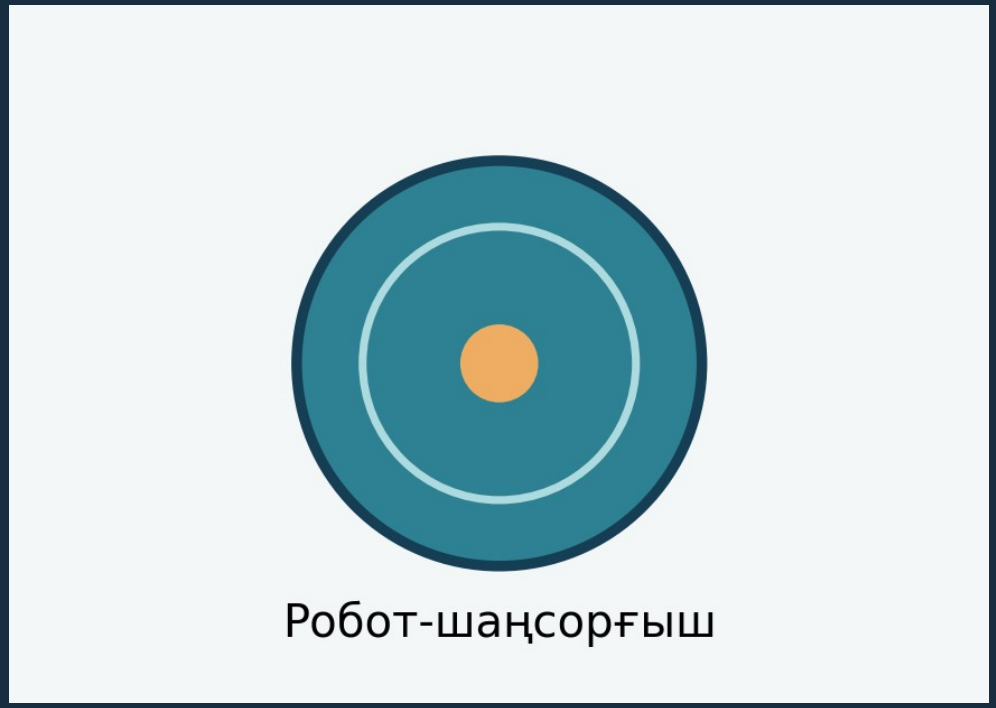
Арнайы және тұрмыстық мобильді роботтар

Қызмет көрсету, тұрмыстық автоматтандыру және кәсіби міндеттер

Мүмкіндіктері, құрылымы, проблемалары және инженерлік шешімдер

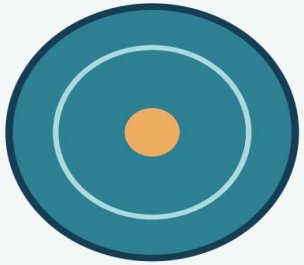


Робот-шаңсорғыш

Дәрістің мақсаты және оқу нәтижелері

- Арнайы және тұрмыстық мобильді роботтардың функциялары мен жұмыс ортасын жіктеу.
- Қызмет көрсету, жеткізу, тазалау, медицина және инспекция роботтарының архитектурасын түсіндіру.
- Навигация, сенсорика, автономия және адам–робот өзара әрекеттесуін талдау.
- Нақты пайдаланудағы қауіпсіздік, құпиялылық, сенімділік және энергия проблемаларын бағалау.
- Белгілі бір міндет үшін робот платформасын және техникалық көрсеткіштерді негіздеп таңдау.

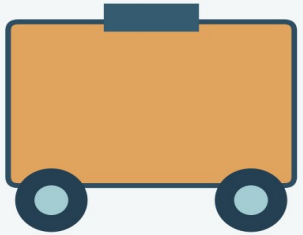
Тұрмыстық роботтардың негізгі түрлері



Робот-шаңсорғыш

Тазалау

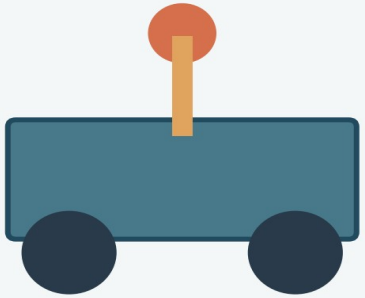
Шаңсорғыш және еден жуғыш роботтар



Жеткізу роботы

Күтім және көмек

Үй ішіндегі зат тасымалдау, бақылау



Инспекциялық робот

Бақылау

Үйді патрульдеу, бейнебақылау

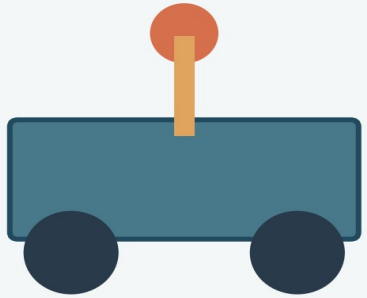
Арнайы мобильді роботтар: қолдану салалары



Медициналық логистика

Медициналық

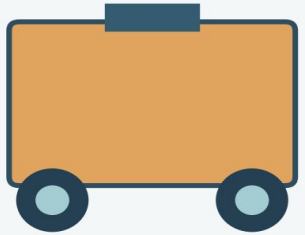
Материал, дәрі-дәрмек, зертханалық үлгілерді жеткізу



Инспекциялық робот

Инспекциялық

Қауіпті немесе жетуі қиын орындарды қашықтан тексеру



Жеткізу роботы

Қызметтік

Қонақүй, кеңсе, қоймадағы логистика

Мобильді роботтың функционалдық архитектурасы

Сенсорлар

LiDAR, RGB-D камера, IMU, энкодер

Қабылдау

Объектілер мен кедергілерді анықтау

Локализация

Картада орнын бағалау, SLAM

Жоспарлау

Мақсат пен қауіпсіз маршрут

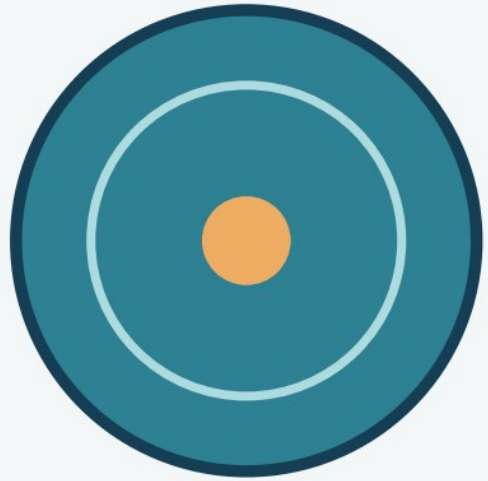
Басқару

Жетекке жылдамдық командалары

Интерфейс

Қолданушы, мобильді қосымша, HRI

Робот-шаңсорғыш: жұмыс циклі



Робот-шаңсорғыш

1. Бөлмені картаға түсіреді және тазалау аймақтарын анықтайды.
2. Кедергілерді, қабырға мен баспалдақ шетін таниды.
3. Қамту траекториясын жоспарлап, тазалау механизмін басқарады.
4. Батарея азайғанда зарядтау станциясына оралады.
5. Қолданушыдан кесте мен тыйым салынған аймақтар туралы нұсқау алады.

Жеткізу және қызмет көрсету роботтары



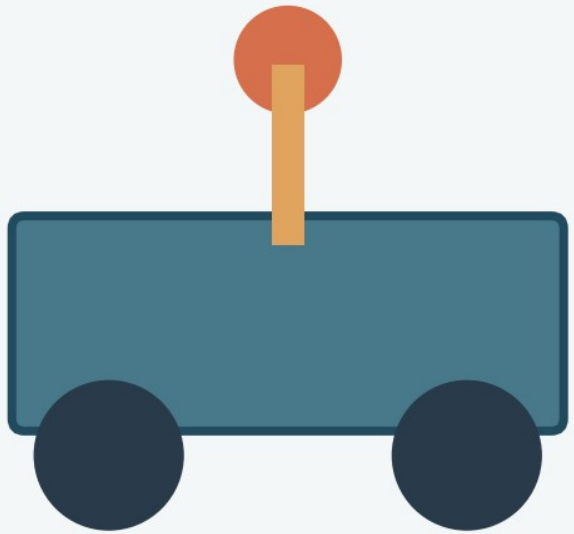
Жеткізу роботы

Қолдану: кеңсе, қонақүй, аурухана және кампус ішіндегі шағын жүктерді тасымалдау.

Техникалық талаптар: лифт және есік жүйелерімен интеграция, қауіпсіз жылдамдық, нақты локализация, жүк бөлігінің қорғалуы.

Негізгі проблема: адамдар көп ортада маршрут өзгеруі және роботтың өтетін жолды бөгеп қалуы.

Арнайы робот: қауіпті ортадағы инспекция



Инспекциялық робот

Инспекциялық робот температура, газ, бейне және діріл туралы мәлімет жинай алады.

Қолданылатын орындар: өндірістік цехтар, туннельдер, құбыр желілері және төтенше жағдайдан кейінгі ғимараттар.

Проблемалар: байланыс үзілуі, шаң, ылғал, жарық жетіспеуі және кедергілер.

Шешімдер: қорғалған корпус, резервтік байланыс, автономды қайту және сенсорларды біріктіру.

Тұрмыстық және арнайы роботтарды салыстыру

Критерий	Тұрмыстық робот	Арнайы робот
Жұмыс ортасы	Пәтер, үй, кеңсе	Өндіріс, медицина, қауіпті аймақ
Басым талап	Қолайлылық, баға, шу	Сенімділік, дәлдік, қауіпсіздік
Сенсорлар	Камера, IR, LiDAR	LiDAR, газ, жылу, арнайы сенсор
Қауіпсіздік	Адам, жануар, жиһаз	Қауіпті орта, регламент, резервтеу
Техқызмет	Қолданушы орындайды	Маманданған қызмет көрсету

Автономия деңгейі және адам–робот әрекеттесуі

- Қашықтан басқару: оператор робот қозғалысын тікелей бақылайды; байланыс сапасы шешуші рөл атқарады.
- Жартылай автономия: робот маршрутты өзі орындайды, бірақ күрделі жағдайда оператор шешім қабылдайды.
- Жоғары автономия: карта құру, жоспарлау, кедергіден айналып өту және зарядтауды робот өздігінен үйлестіреді.
- Адам–робот интерфейсі түсінікті болуы керек: күй индикаторы, дыбыстық хабарлама, апаттық тоқтату.
- Қауіпсіздік үшін автономия деңгейі нақты жұмыс ортасының тәуекеліне сәйкес таңдалады.

Негізгі проблемалар және инженерлік шешімдер

Проблема	Себеп	Инженерлік шешім
Карта қателігі	Жиһаз/адам орны өзгеруі	Картаны жаңарту, сенсорлық біріктіру
Батарея шектеуі	Ұзақ маршрут, жоғары жүктеме	Энергия жоспары, авто-зарядтау
Құпиялылық	Камера мен микрофон деректері	Деректі аз жинау, шифрлау, рұқсат
Соқтығысу	Динамикалық кедергілер	Қауіпсіздік аймағы, E-stop
Техникалық тозу	Дөңгелек, щетка, сүзгі тозуы	Диагностика, жоспарлы қызмет

Энергия мен миссия ұзақтығы: есептік мысал

Батарея энергиясы: $E = U \cdot Q$

$U = 24$ В, $Q = 20$ А·сағ → $E = 480$ Вт·сағ.

Орташа тұтыну $P = 120$ Вт болса, идеал жұмыс уақыты $t = E/P = 4$ сағат.

Пайдаланылатын энергия 80% деп алынса, $t \approx 3{,}2$ сағат. Бұл — шартты инженерлік бағалау.

Нақты жұмыс уақытына:

- еден жабыны;
- жүктеме;
- қозғалыс үдеуі;
- батареяның тозуы әсер етеді.

Роботты енгізудің тиімділігін бағалау

- Техникалық KPI: миссияны сәтті аяқтау үлесі, навигация қатесі, тоқтап қалу уақыты.
- Қауіпсіздік KPI: соқтығысу саны, қауіпті жақындау оқиғалары және авариялық тоқтату жиілігі.
- Экономикалық KPI: бір тапсырма құны, техникалық қызмет шығыны және өтелу мерзімі.
- Пайдаланушы тәжірибесі: интерфейс қолайлылығы, шу, сенім және қызмет сапасы.
- Роботты енгізбес бұрын пилоттық сынақ жүргізіп, нақты өлшеу нәтижелерін салыстыру қажет.

Практикалық кейс: аурухана ішіндегі жеткізу роботы

Міндет: мобильді робот дәрі-дәрмекті үш бөлім арасында тасымалдайды; дәлізде адамдар, есіктер және лифт бар.

1. Платформа мен сенсорлар құрамын таңдаңыз.
2. Адаммен қауіпсіз арақашықтық сақтау және шұғыл тоқтау логикасын сипаттаңыз.
3. Лифтпен интеграция және байланыс жоғалған кездегі қауіпсіз режимді ұсыныңыз.
4. Құпиялылық және жеткізілетін заттарды қорғау мәселелерін қарастырыңыз.
5. Үш KPI анықтап, пилоттық сынақ жоспарын құрастырыңыз.

Қорытынды және бақылау сұрақтары

Тұрмыстық роботтар күнделікті жұмысты автоматтандыруға бағытталса, арнайы роботтар жоғары сенімділік пен нақты кәсіби функцияларды талап етеді. Екі жағдайда да навигация, қауіпсіздік, энергия және пайдаланушы сенімі шешуші рөл атқарады.

Бақылау сұрақтары: тұрмыстық және арнайы роботтың айырмасы қандай? SLAM не үшін қажет? Адам көп ортада қандай қауіпсіздік шаралары қолданылады? Құпиялылықты қалай қорғауға болады?

Әдебиет: Siegwart et al., Introduction to Autonomous Mobile Robots; ISO 13482 — Personal care robots safety requirements.