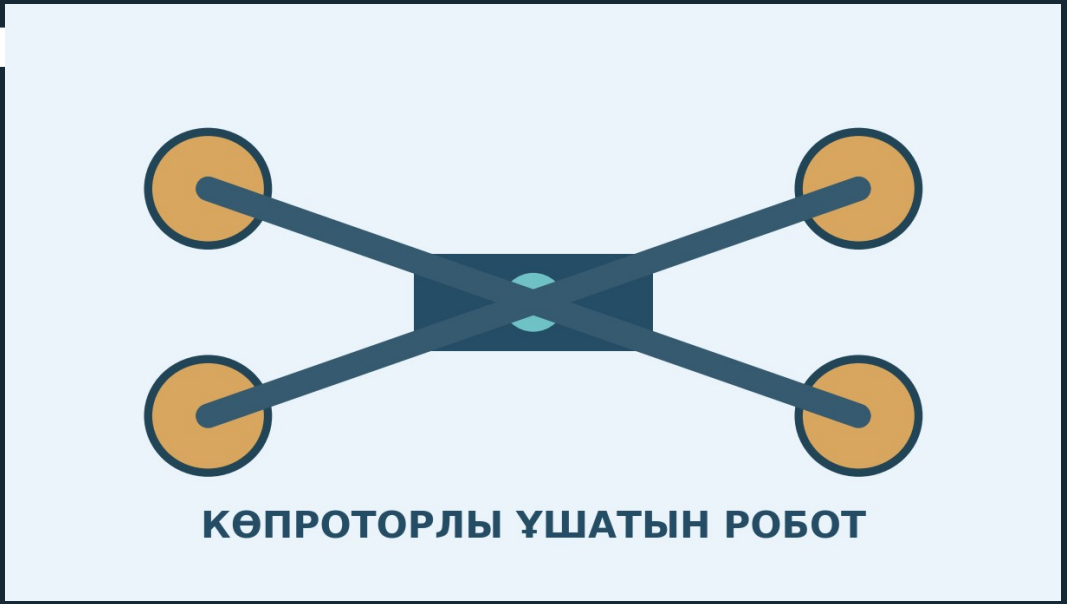
Ұшатын, жүзетін және әскери роботтарды қолдану

Әуе, су және күрделі ортадағы роботтық жүйелер

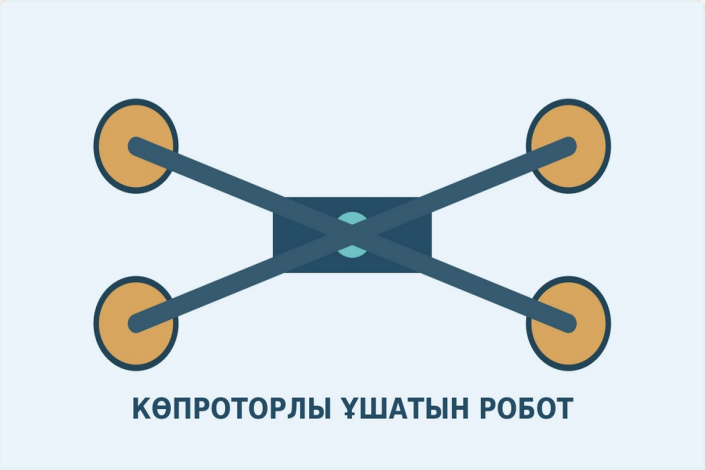
Құрылымы, басқарылуы, қолданылуы және инженерлік проблемалары



Дәрістің мақсаты мен оқу нәтижелері

- Ұшатын (UAV), сүүсті (USV), суасты (ROV/AUV) және жерүсті (UGV) роботтарын жіктеу.
- Әртүрлі физикалық ортада қозғалыс пен басқарудың ерекшеліктерін түсіндіру.
- Азаматтық және қорғаныс саласындағы бақылау, барлау, іздеу-құтқару міндеттерін салыстыру.
- Сенсор, байланыс, навигация, энергия және қауіпсіздік шектеулерін талдау.
- Нақты миссия үшін платформа таңдау және тәуекелдерді азайту жолдарын негіздеу.

Платформалардың жіктелуі



КӨПРОТОРЛЫ ҰШАТЫН РОБОТ

UAV / Ұшатын

Әуе картографиясы, мониторинг, инспекция



СУ АСТЫ АВТОНОМДЫ РОБОТЫ (AUV)

AUV / Суасты

Су түбін зерттеу, гидротехникалық тексеру

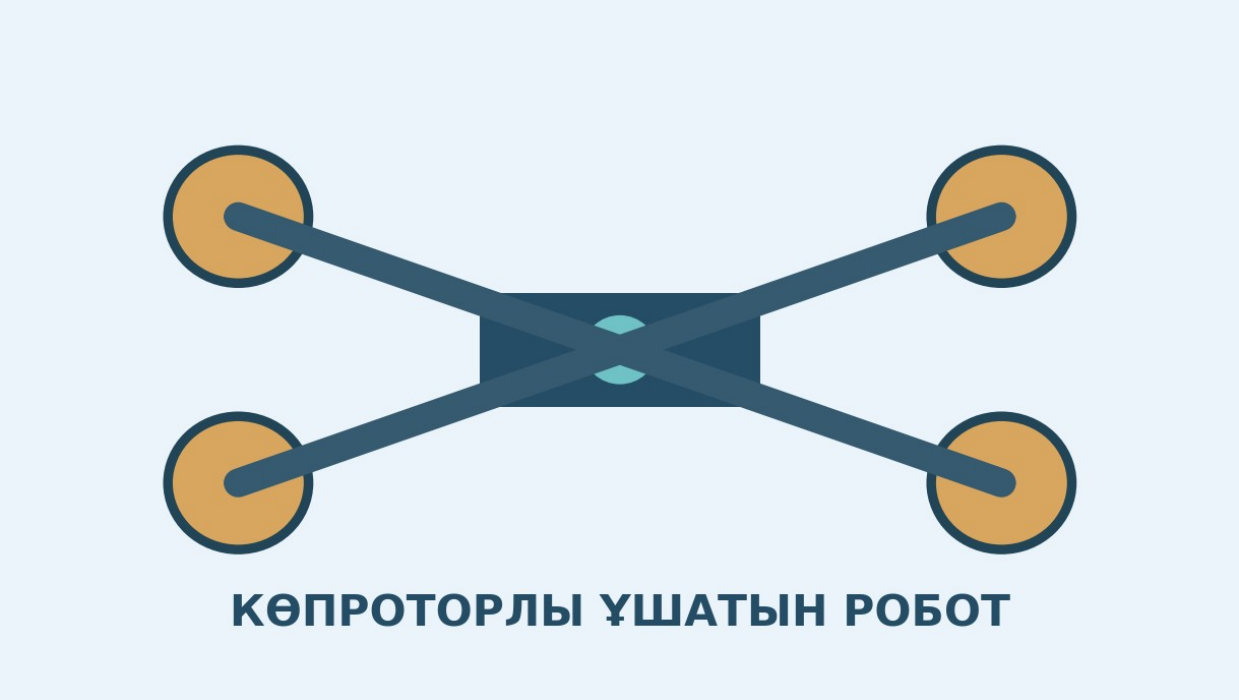


ҚАШЫҚТАН БАСҚАРЫЛАТЫН ЖЕРҮСТІ РОБОТЫ

UGV / Жерүсті

Қауіпті аумақты тексеру, логистика

Ұшатын роботтардың құрылымы мен қолданылуы



Негізгі тораптар: рама, қозғалтқыштар, пропеллерлер, ESC, ұшу контроллері, IMU, GNSS, камера және аккумулятор.

Қолданылуы: егістікті бақылау, геодезиялық түсірілім, инфрақұрылым инспекциясы, табиғи апаттан кейінгі іздеу.

Мәселелер: жел, жауын-шашын, шектеулі ұшу уақыты, GNSS сигналының жоғалуы және қауіпсіз қону.

Ұшу динамикасы және басқару контуры

Тік бағыттағы қозғалыс:

$$m\,a = T - mg$$

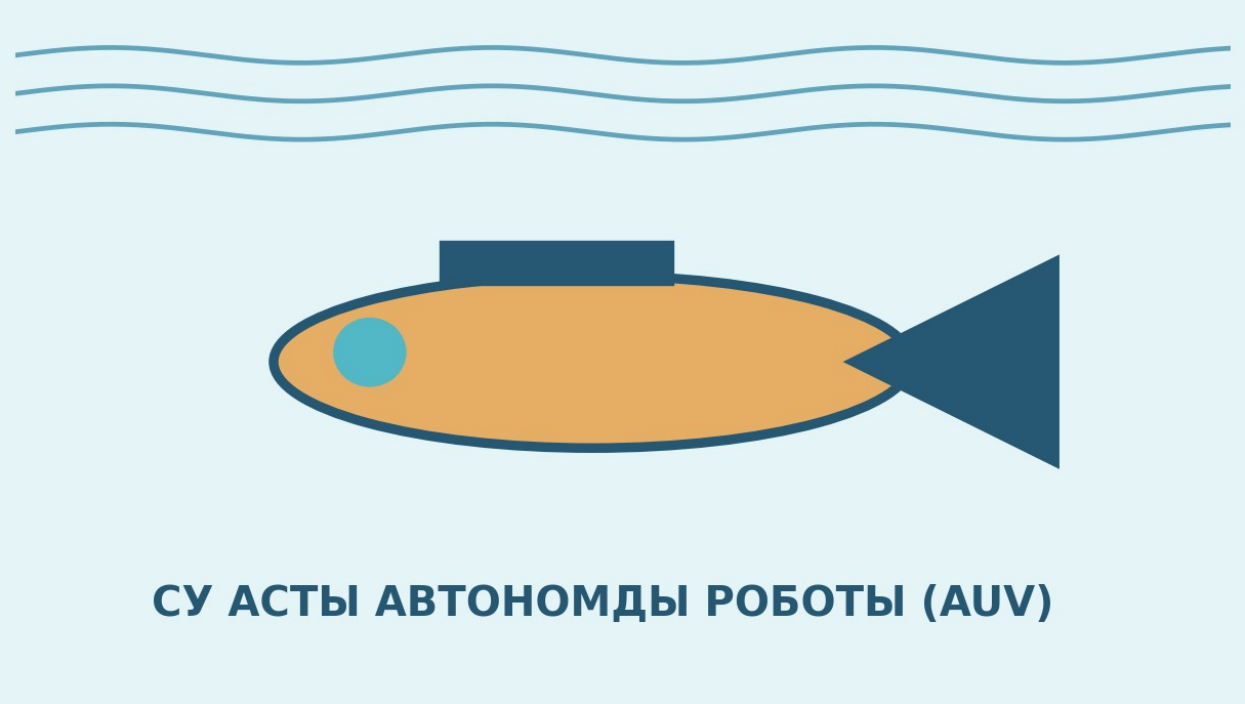
T — жалпы тарту күші; m — масса; g — еркін түсу үдеуі.

Басқару тізбегі:

Мақсат → Контроллер → Моторлар → Ұшу → Сенсорлар → Кері байланыс

Тұрақтандыруда PID және модельге негізделген тәсілдер қолданылады. Теңдеу — қарапайым вертикаль қозғалыс моделі; нақты ұшуда аэродинамика және бағдар бұрыштары ескеріледі.

Суүсті және суасты роботтары: USV, ROV, AUV



USV — су бетінде қозғалатын автономды немесе қашықтан басқарылатын аппарат.

ROV — көбіне кабель арқылы оператор басқаратын суасты робот.

AUV — алдын ала берілген миссияны автономды орындайтын суасты аппарат.

Қолданылуы: су сапасын өлшеу, гидрографиялық карта жасау, суасты құрылымдарын инспекциялау.

Су ортасындағы навигацияның қиындықтары

GNSS қолжетімсіз

Су астында спутниктік сигнал таралмайды; инерциялық навигация және акустикалық жүйелер пайдаланылады.

Гидродинамикалық әсер

Ағыс, кедергі және қалқымалылық траекторияны өзгертеді; модель мен кері байланыс қажет.

Байланыс шектеулі

Радиотолқын су астында әлсірейді; акустикалық байланыс баяу әрі кідірісі жоғары.

Қысым және герметизация

Тереңдік өскен сайын корпус пен тығыздағыштарға талап артады; ақау электроникаға қауіп төндіреді.

Әскери және төтенше жағдайдағы роботтар



Қорғаныс саласында роботтар бақылау, аумақты қашықтан тексеру, қауіпті заттарды залалсыздандыруға көмек және логистикалық тасымал міндеттерінде қолданылады.

Мұндай жүйелер оператордың қауіпті аймақта болу қажеттілігін азайтуы мүмкін.

Негізгі талаптар: адам бақылауы, сенімді байланыс, киберқауіпсіздік, ақауға төзімділік және халықаралық гуманитарлық құқық талаптарын сақтау.

Үш ортаны салыстыру: инженерлік өлшемдер

Критерий	Әуе UAV	Суасты AUV/ROV	Жерүсті UGV
Қозғалыс	Тарту + аэродинамика	Қалқымалылық + гидродинамика	Дөңгелек / шынжыр / аяқ
Навигация	GNSS + IMU + көру	INS + сонар + акустика	SLAM + камера + лидар
Энергия	Ұшу уақыты шектеулі	Су кедергісіне тәуелді	Жүк пен бедерге тәуелді
Байланыс	Радио / ұялы	Акустика / кабель	Радио / кабель
Басты тәуекел	Құлау және жел	Ағып кету және жоғалу	Тайғанау және аударылу

Сенсорлар және деректерді біріктіру

IMU

Үдеу, бұрыштық жылдамдық және бағдарды бағалау

Камера / лидар

Объектіні анықтау, қашықтық, визуалды навигация

GNSS / RTK

Ашық аспан астында жаһандық координаттарды алу

Сонар / DVL

Су астындағы қашықтық пен салыстырмалы жылдамдық

Оператор интерфейсі

Телеметрия, дабыл, миссияны тоқтату

Fusion / EKF

Бірнеше өлшемнен күйді орнықты бағалау

Проблемалар және инженерлік шешімдер

Проблема	Салдары	Шешім бағыты
Байланыстың үзілуі	Басқаруды жоғалту	Қауіпсіз тоқтау / қайту режимі
Сенсор қатесі	Навигация ауытқуы	Сенсорларды біріктіру, өзіндік диагностика
Энергия тапшылығы	Миссияның аяқталмауы	Энергия бюджеті, резерв және мониторинг
Ауа райы / ағыс	Тұрақсыз қозғалыс	Ортаны бағалау, жұмыс шектеулері
Киберқауіп	Рұқсатсыз қол жеткізу	Аутентификация, жаңарту, шифрлау

Миссияны жоспарлау және қауіпсіздік

- Мақсатты анықтау: қандай дерек жиналады, қандай аймақ қамтылады және миссия қашан аяқталады?
- Ортаны бағалау: жел, ағыс, бедер, кедергілер, адамдар және байланыс сапасы.
- Платформа таңдау: жүк, сенсор, энергия, автономия және қызмет көрсету талаптары.
- Fail-safe сценарийлері: байланыс үзілгенде, батарея азайғанда немесе сенсор істен шыққанда әрекет.
- Миссиядан кейінгі талдау: журналдар, қауіпсіздік оқиғалары, дәлдік және энергия шығыны.

Инженерлік кейс: су қоймасын мониторингтеу

Міндет: су қоймасындағы су сапасын өлшеу және жағалаудағы инфрақұрылымды визуалды тексеру.

1. Қай міндетке UAV, қай міндетке USV немесе AUV тиімді екенін дәлелдеңіз.
2. Қажетті сенсорларды таңдаңыз: камера, температура, pH, тереңдік және навигация.
3. Байланыс үзілген жағдайда қауіпсіз мінез-құлық алгоритмін ұсыныңыз.
4. Жұмыс ұзақтығын және аккумулятордың резервін бағалау әдісін сипаттаңыз.
5. KPI ұсыныңыз: аумақ қамтуы, дерек сапасы, миссияның аяқталу үлесі, энергия шығыны.

Қорытынды және бақылау сұрақтары

Әуе, су және жерүсті роботтары әртүрлі физикалық заңдылықтар мен инженерлік шектеулерге бағынады. Платформаның тиімділігі тек қозғалыс мүмкіндігімен емес, сенімді навигация, байланыс, қауіпсіздік және миссияның нақты мақсаты арқылы анықталады.

Бақылау сұрақтары: ROV пен AUV айырмашылығы қандай? Неліктен су астында GNSS қолданылмайды? UAV ұшу уақытына қандай факторлар әсер етеді? Қауіпті ортадағы роботтың fail-safe режимі не үшін қажет?

Әдебиет: Siciliano & Khatib, Springer Handbook of Robotics; Fossen, Handbook of Marine Craft Hydrodynamics and Motion Control.