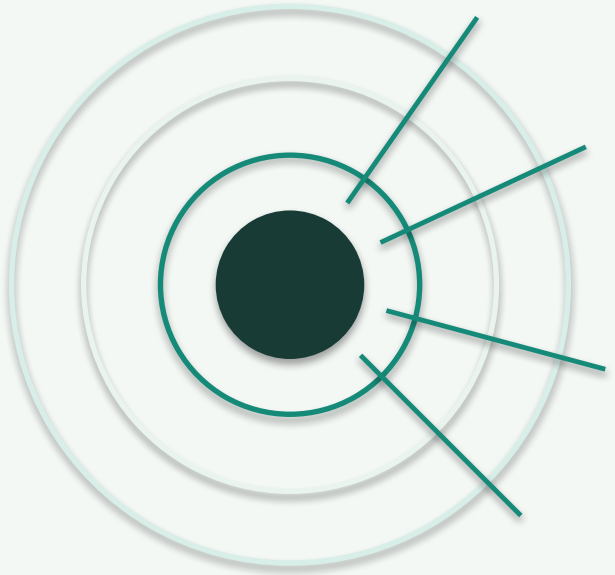
SENSING / PERCEPTION

РОБОТТАРДЫҢ СЕНСОРЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІ

Қоршаған ортаны қабылдау • өлшеу • кері байланыс



SENSOR FIELD

Балжан Ибрагимқызы
PhD, ассистент-профессор

Дәрістің мақсаты мен оқу нәтижелері

Сенсорлар роботқа қоршаған орта туралы дерек жинауға және әрекетін бейімдеуге мүмкіндік береді.

Мақсаты

Робот сенсорларының қызметін, негізгі түрлерін және деректерді өңдеу жолдарын түсіндіру.

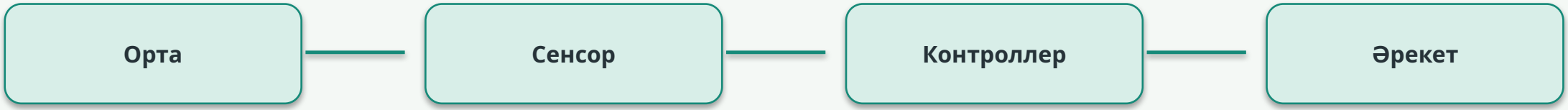
Міндеттері

Өлшенетін шамаларды, сенсор сипаттамаларын және сенсорлық жүйенің құрылымын қарастыру.

Нәтиже

Қарапайым роботқа сәйкес сенсорды таңдап, оның қолданылуын негіздеу.

Сенсорлық жүйенің ақпараттық тізбегі



1. Сенсорлық жүйенің құрылымы

Сенсорлық жүйе физикалық шаманы электрлік сигналға айналдырып, оны басқару жүйесіне жеткізеді.

Физикалық шама

Қашықтық, жарық, күш, температура

Сезгіш элемент

Шаманы қабылдайды

Сигналды түрлендіру

Күшейту / сүзу / ADC

Контроллер

Өлшеуді талдап, шешім қабылдайды

Аналогтық сигнал

Үздіксіз өзгереді; мысалы, потенциометр немесе аналогтық жарық сенсоры.

Цифрлық сигнал

0 және 1 деңгейлері немесе сандық дерек пакеті түрінде беріледі.

2. Робот сенсорларының негізгі түрлері

Сенсорлар өлшейтін физикалық шамасына және жұмыс принципіне қарай жіктеледі.

Қашықтық

Ультрадыбыс, ToF, LiDAR
Кедергіні табу және арақашықтықты өлшеу

Позиция

Энкодер, потенциометр
Буын бұрышы мен дөңгелек айналымын анықтау

Қозғалыс

IMU: акселерометр, гироскоп
Үдеу, бұрыштық жылдамдық, бағдарды бағалау

Орта параметрі

Жарық, температура, газ
Қоршаған орта жағдайын бақылау

3. Қашықтықты өлшейтін сенсорлар

Робот кедергілерді анықтау, навигация және қауіпсіз тоқтау үшін қашықтық сенсорларын қолданады.

Ультрадыбыстық

Дыбыс импульсінің барып-қайту уақытын өлшейді. Арзан, бірақ жұмсақ немесе көлбеу беттерде қате болуы мүмкін.

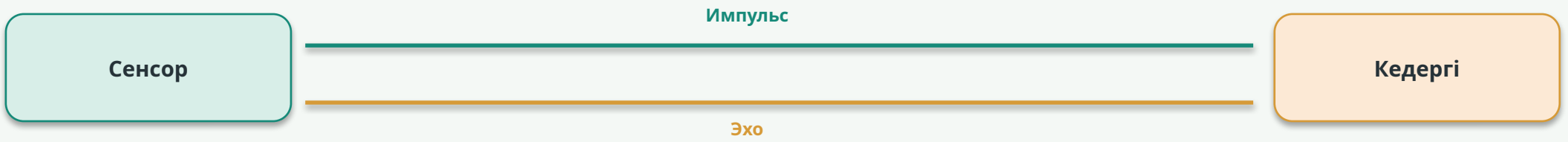
Инфрақызыл / ToF

Жарықтың шағылуын немесе ұшу уақытын пайдаланады. Жақын қашықтықты өлшеуде ыңғайлы.

LiDAR

Лазерлік сәуле арқылы нүктелер жиынын құрады. Карта жасау мен автономды навигацияда қолданылады.

Ультрадыбыстық өлшеу принципі



Қашықтық: d = v · Δt / 2 (v — дыбыс жылдамдығы, Δt — барып-қайту уақыты)

4. Қозғалыс пен бағдар сенсорлары

IMU және энкодер роботтың қозғалысын өлшеуге, тұрақтандыруға және кері байланыс құруға көмектеседі.

Акселерометр

Үдеуді үш ось бойымен өлшейді. Еңкеюді бағалауға болады, бірақ діріл өлшеуге әсер етеді.

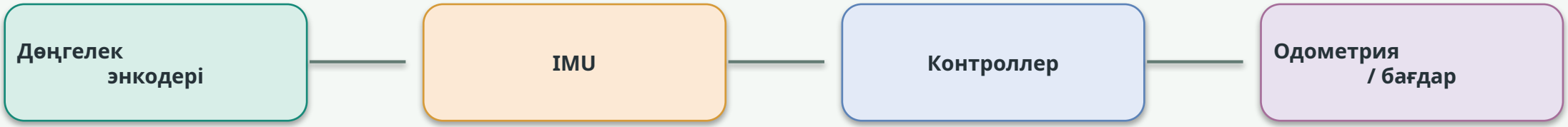
Гироскоп

X, Y, Z осьтері бойынша бұрыштық жылдамдықты өлшейді. Бұрышты есептегенде дрейф жиналуы мүмкін.

Энкодер

Біліктің айналуын импульс немесе абсолют бұрыш арқылы өлшейді. Дөңгелек жүрісін есептеуге қолданылады.

Мобильді роботтағы деректер ағыны



5. Сенсорлардың негізгі сипаттамалары

Сенсорды таңдағанда тек өлшеу диапазоны емес, дәлдігі мен жауап беру уақыты да ескеріледі.

Диапазон

Өлшей алатын ең кіші және ең үлкен мән

Дәлдік

Нақты мәннен ауытқу шамасы

Ажыратымдылық

Анықтай алатын ең кіші өзгеріс

Сезімталдық

Шығыс сигналының кіріс шамасына тәуелділігі

Жауап беру уақыты

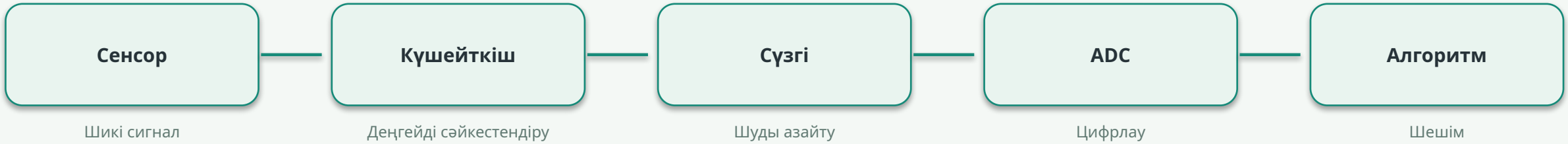
Өзгеріске реакция жасау жылдамдығы

Шу және дрейф

Өлшеудің кездейсоқ және уақыт бойынша ауытқуы

6. Сигналды өңдеу және деректерді біріктіру

Шикі өлшеу шуға, кедергіге және сенсордың шектеулеріне тәуелді болуы мүмкін.



Сүзгілеу

Орташа мән, медианалық сүзгі немесе төменгі жиілікті сүзгі өлшеудегі шуды азайтады.

Сенсорларды біріктіру

IMU, энкодер және камера деректерін біріктіру позиция бағасын сенімдірек етеді.

7. Калибрлеу, қателік және сенімділік

Калибрлеу сенсор көрсеткішін эталонмен салыстырып, жүйелі қатені азайтуға көмектеседі.

Калибрлеу

Нөлдік ығысу мен масштаб коэффициентін анықтау; өлшеуді эталонмен салыстыру.

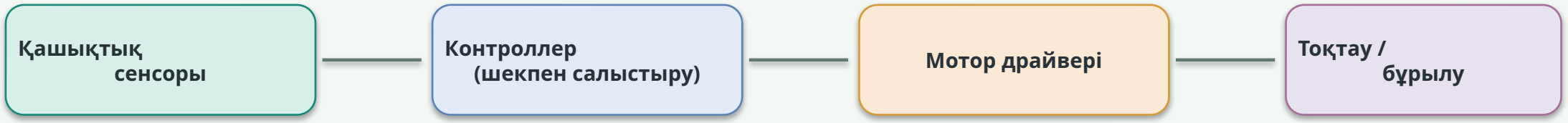
Қателік көздері

Температура, діріл, жарық, кедергі, монтаж бұрышы және сенсордың қартаюы.

Сенімділік

Бірнеше сенсор дерегін салыстыру және күмәнді өлшемдерді анықтау.

Мысал: робот кедергіден қауіпсіз қашықтықты сақтайды



Мысал шарты: d < 20 см болса — робот тоқтайды немесе кедергіні айналып өтеді.

Қорытынды және бақылау сұрақтары

Сенсорлық жүйе роботтың қоршаған ортаны қабылдауын және әрекетін кері байланыспен түзетуін қамтамасыз етеді.

Негізгі қорытынды

Сенсор → сигналды өңдеу → контроллер → әрекет. Өлшеу сапасы роботтың қауіпсіздігі мен дәлдігіне әсер етеді.

Инженерлік қағида

Сенсорды міндетке сай таңдау, калибрлеу және деректерді сүзу — сенімді робот жасаудың негізі.

Бақылау сұрақтары

1. Сенсорлық жүйенің негізгі қызметі қандай?
2. Ультрадыбыстық сенсор қашықтықты қалай өлшейді?
3. Акселерометр мен гироскоптың айырмашылығы неде?
4. Дәлдік пен ажыратымдылық нені білдіреді?
5. Сенсорларды біріктіру не үшін қажет?

Әдебиет: B. Siciliano et al., Robotics: Modelling, Planning and Control; S. Thrun et al., Probabilistic Robotics.