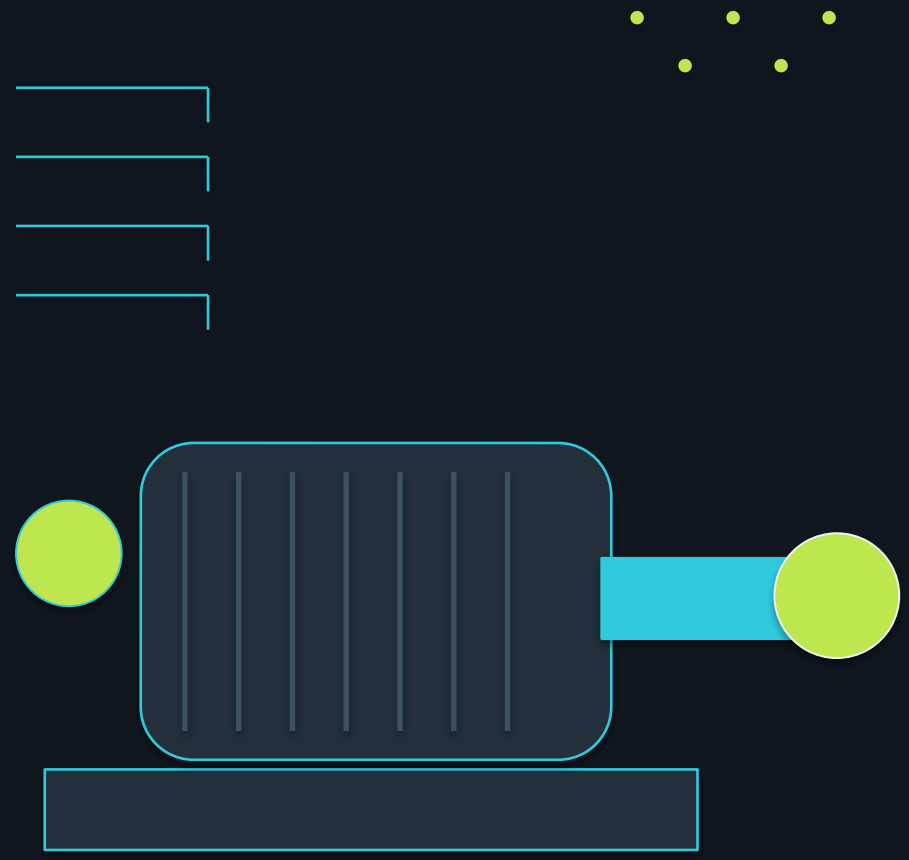
ROBOTICS SYSTEMS / 04

РОБОТТАРДЫҢ ЖЕТЕКТЕРІ МЕН ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫ

Балжан Ибрагимқызы
PhD, ассистент-профессор



ACTUATION & MOTION CONTROL

ЭЛЕКТРЛІК • ПНЕВМАТИКАЛЫҚ • ГИДРАВЛИКАЛЫҚ

Дәрістің мақсаты мен оқу нәтижелері

Жетек жүйесі басқару сигналын механикалық қозғалысқа айналдырады.

Мақсаты

Робот жетектерінің түрлерін, қозғалтқыштардың жұмыс принципін және басқару тәсілдерін түсіндіру.

Міндеттері

Электрлік, пневматикалық және гидравликалық жетектерді салыстыру; мотор параметрлерін қарастыру.

Нәтиже

Қолдану шартына қарай жетек түрін таңдап, момент, жылдамдық және қуат арасындағы байланысты есептеу.

Дәріс картасы

Жетек құрылымы — Жетек түрлері — Моторлар — Беріліс — Басқару

1. Робот жетегінің құрылымы

Жетек — энергияны қозғалысқа түрлендіріп, оның параметрлерін басқаратын жүйе.



Басқару жүйесі

Контроллер команда береді; драйвер қуатты реттейді; сенсорлар кері байланыс ұсынады.

Кері байланыс

Энкодер, ток және температура сенсорлары қозғалыстың дәлдігі мен қауіпсіздігін бақылайды.

2. Робот жетектерінің негізгі түрлері

Жетек түрі роботтың жүктемесіне, дәлдігіне, жылдамдығына және жұмыс ортасына қарай таңдалады.

Электрлік жетек

Электр энергиясын пайдаланады. Дәл басқару, таза жұмыс және шағын/орташа роботтарға қолайлы.

Пневматикалық жетек

Сығылған ауамен жұмыс істейді. Жылдам, құрылымы қарапайым; күш пен позицияны дәл реттеу қиындау.

Гидравликалық жетек

Сұйық қысымын қолданады. Үлкен күш пен жоғары қуат қажет ауыр роботтарға тиімді.

Жылдам салыстыру

Критерий	Электрлік	Пневматикалық	Гидравликалық
Дәлдік	Жоғары	Орташа	Орташа–жоғары
Күш	Орташа	Орташа	Өте жоғары
Тазалық	Жоғары	Жоғары	Ағып кету қаупі

3. Тұрақты ток және BLDC қозғалтқыштары

Электрлік роботтарда DC және BLDC моторлар жиі кездеседі.

Щеткалы DC мотор

Коммутация щетка мен коллектор арқылы орындалады. Қарапайым драйвермен басқарылады, бірақ щетка тозады.

BLDC мотор

Электрондық коммутация қолданылады. ПӘК-і жоғары, тозатын щетка жоқ; басқаруы күрделірек.

Негізгі айырмашылық

DC	Қарапайым басқару
BLDC	Жоғары тиімділік
Екеуі де	PWM / драйвер қажет

4. Серво және қадамдық қозғалтқыштар

Бұл моторлар позицияны басқару міндеттерінде кеңінен қолданылады.

Сервоқозғалтқыш

Кері байланыс сенсоры мен басқару контуры арқылы қажетті бұрышты/позицияны ұстайды. Робот қолы мен буындарда қолданылады.

Қадамдық қозғалтқыш

Бұрыштық орын ауыстыру дискретті қадамдармен орындалады. 3D-принтерлерде және дәл беру механизмдерінде кездеседі.

Қысқаша салыстыру

- **Серво: кері байланыс**
- **Stepper: қадам**
- **Encoder: өлшеу**
- **Driver: басқару**

Ескерту: ашық контурлы қадамдық жүйеде қадам жоғалуы мүмкін; жүктеме өзгерсе, кері байланыс қажет болуы ықтимал.

5. Механикалық берілістер және момент

Редуктор мотор жылдамдығын азайтып, шығыс білігіндегі моментті арттыра алады.

Редуктор

Айналу жылдамдығын төмендетіп, моментті арттырады.

Белдік / тісті беріліс

Қозғалысты біліктер арасында береді; қатынасты өзгертуге болады.

Бұранда-механизм

Айналуды сызықтық орын ауыстыруға түрлендіреді.

Негізгі байланыстар

$$P = \tau \cdot \omega$$

$$\omega = 2\pi n / 60$$

P — қуат (W), τ — момент (N·m), ω — бұрыштық жылдамдық (rad/s), n — айналу жиілігі (rpm).

Идеал редукторда i = ωкіріс / ωшығыс; момент шамамен i есеге өседі (шығындарды есептемегенде).

6. Қозғалтқыштарды басқару тәсілдері

Басқару драйвер арқылы токты, кернеуді немесе импульс параметрлерін өзгертеді.

PWM

Импульс енін өзгерту арқылы моторға берілетін орташа кернеуді реттейді.

H-көпір

DC мотордың айналу бағытын өзгертуге мүмкіндік береді.

PID реттегіш

Қажетті және нақты позиция/жылдамдық айырмасын азайтады.



Кері байланыс нақты жылдамдықты өлшеп, келесі басқару командасын түзетуге көмектеседі.

7. Жетек таңдау: практикалық мысал және статистика

Роботтың міндеті мен жүктемесі мотор мен беріліс түрін таңдауды анықтайды.

Мысал: мобильді робот

4 дөңгелекті платформаға DC редукторлы мотор, H-көпір драйвері және энкодер қолдануға болады.

Таңдау кезінде

Жүктеме массасы, дөңгелек радиусы, қажетті жылдамдық, еңіс, үдеу және батарея қуаты ескеріледі.

Өнеркәсіптік роботтандыру ауқымы

542 000

2024 жылы әлем бойынша орнатылған жаңа өнеркәсіптік роботтар

Роботтардың көбеюі жетектердің тиімділігіне, сенімділігіне және дәл басқарылуына қойылатын талапты арттырады.

Дереккөз: International Federation of Robotics (IFR), World Robotics 2025.

Қорытынды және бақылау сұрақтары

Жетек жүйесі — роботтың физикалық әрекетін қамтамасыз ететін негізгі бөлік.

Қорытынды

Электрлік, пневматикалық және гидравликалық жетектердің әрқайсысы өз қолдану саласына ие.

Инженерлік қағида

Моторды таңдау кезінде момент, жылдамдық, қуат, басқару дәлдігі және жылу режимі бірге есептеледі.

Бақылау сұрақтары

1. Робот жетегінің негізгі құрамдас бөліктері қандай?
2. Электрлік, пневматикалық және гидравликалық жетектердің айырмашылығы неде?
3. DC және BLDC қозғалтқыштарының жұмыс принципі қалай ерекшеленеді?
4. Редуктор момент пен жылдамдыққа қалай әсер етеді?
5. PWM, H-көпір және PID қандай міндет атқарады?

Әдебиет: R. Siegwart et al., Introduction to Autonomous Mobile Robots; J. J. Craig, Introduction to Robotics.