

# Зміст

<b>Вступ до робототехніки .....</b>	<b>5</b>
<b>Розділ 1. Сенсорні системи робототехніки.....</b>	<b>18</b>
1.1. Основні типи датчиків .....	18
1.2. Датчики наближення.....	20
1.3. Датчики швидкості, напрямку обертання та положення .....	30
1.4. Інкрементний енкодер.....	34
1.5. Магнітний енкодер .....	36
1.6. Мікроелектромеханічні датчики.....	37
1.7. Системи глобального позиціонування .....	48
<b>Розділ 2. Актуатори .....</b>	<b>51</b>
2.1. Системи активації промислових роботів. Гідро- та пневмопривід.....	51
2.2. Пневмопривід .....	52
2.3. Гідравлічні приводи .....	55
2.4. Електричні приводи робототехнічних систем.....	57
2.5. Системи управління кроковими двигунами .....	67
2.6. Двофазне управління кроковим двигуном.....	71
<b>Розділ 3. Кінематика й локалізація робототехнічних систем .....</b>	<b>78</b>
3.1. Кінематика стаціонарних роботів.....	78
3.2. Визначення ступенів свободи механічних систем .....	79
3.3. Кінематика робота.....	82
3.4. Пряма задача кінематики.....	83
3.5. Зворотна задача кінематики .....	85
3.6. Швидкісна кінематика .....	86
3.7. Локалізація мобільних роботів .....	87
3.8. Локалізація в орієнтирах навколишнього середовища.....	91
3.9. Фільтри Калмана .....	92
3.10. Реалізація алгоритму фільтра Калмана .....	95
<b>Розділ 4. Системи комп'ютерного зору й розпізнавання зображення .....</b>	<b>97</b>
4.1. Основи створення цифрового зображення .....	97
4.2. Системи машинного зору .....	101

4.3. Будова та принцип роботи камер машинного зору .....	104
4.4. Методи обробки цифрових зображень .....	109
4.5. Інструменти для аналізу зображень .....	113
<b>Список використаних джерел .....</b>	<b>116</b>

## ***Вступ до робототехніки***

Для того щоб почати вивчати робототехніку, давайте визначимо, що таке робот. Мало кого можна здивувати, як чарівним чином відбувається відкриття дверей, коли люди стоять перед ними. Колись це був «Примарний Швейцар». Тепер питання в тому, чи це робот? У ньому є датчики, які відчують людей, він має активатори, які відкривають двері, він навіть приймає елементарні рішення, такі, як відкривати двері, коли хтось попереду, а потім закривати їх. Скоріше за все, це не робот, але щось подібне йому, тому що в нього технічно є навіть примітивні органи зору.



«Примарний Швейцар». Автоматизовані двері,  
розроблені в університеті Yale

Не так давно з'явилися автомобілі, які можна назвати роботами, тому що вони можуть рухатися самостійно. Існують прості транспортні засоби, які можуть уникати світла або слідувати за ним так само, як бактерії, яких ви можете вважати роботами. У побуті ми часто використовуємо посудомийні машини й інше обладнання для автоматизації кухні або інших побутових потреб, як-от кавоварки, які, можливо, є роботами, тому що в них є комп'ютери, активатори й датчики.

Тільки-но ми бачимо антропоморфний об'єкт або технічний пристрій, хоч трохи схожий на людину, ми схильні приписувати йому визначення робота. Але це, звичайно, не головна ознака.

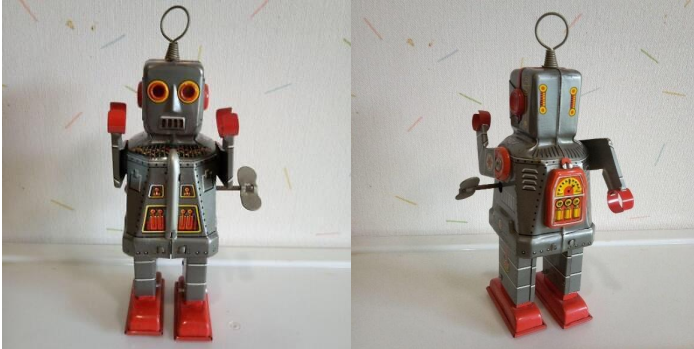
Ще однією формою роботів є звичайні розважальні роботи. Багато з вас знають C-3PO й R2-D2 – це персонажі з усім відомого фільму «Зоряні війни», де робот дійсно є чимось максимально схожим на людину. Узагалі в більшості випадків згадування про роботів асоціативно викликає уявлення про щось, що дуже схоже на людину або тварину, тобто штучні механізми, які можуть поводитись як те, що було створено природою. Однак це стосується не лише самої механіки руху, а й ще однієї не менш важливої особливості – здатності міркувати на кшталт людини та взаємодіяти з навколишнім середовищем. Тобто в роботів має бути змога спілкування, соціалізації, що притаманні тільки живим природним організмам.



Роботи з кіносаги «Зоряні війни»

Коли ви шукаєте в Інтернеті інформацію про те, як провідні університети визначають поняття робота, можна натрапити на різні формулювання. Наприклад, Університет Південної Каліфорнії дає визначення, що «Робот – це система, яка існує у фізичному світі, є автономною, відчуває навколишнє середовище й діє в ньому». Оксфордський університет говорить: «Робототехніка – це інтелектуальний зв'язок сприйняття з дією». Массачусетський технологічний інститут каже, що: «Робот – це автономна машина, здатна відчувати навколишнє середовище, проводити обчислення для прийняття рішень і виконувати дії в реальному світі за межами свого тіла».

Тепер повернемося назад і проаналізуємо, чи підходить посудомийна машина або кавоварка під ці категорії? А, можливо, невелика навчальна роботизована система робот «Sparky»? Які властивості мають бути притаманні будь-якій системі, щоб можна було дійсно вважати її роботом?



Перший розважальний робот «Sparky», 1950 рік

По-перше, нам потрібно відчувати навколишнє середовище, тобто мати інформацію про те, у якому середовищі ми знаходимося. По-друге, це має бути сприйняття навколишнього середовища. У цьому випадку відчуття та сприйняття є дуже важливими характеристиками. Відчувати робот може, наприклад, перешкоду або об'єкт, який треба пересунути, сприйняття допоможе відрізнити перешкоду від іншого об'єкта навколишнього середовища. По-третє, відчуття та сприйняття, або як їх ще називають, зондування, має відбуватися постійно під час активної роботи. Також він має отримувати інформацію про власний стан. Не забуваємо і про слово «дія». Робот повинен щось робити, тобто вчиняти дії на основі отриманої інформації.

Повернемося до прикладу побутової техніки. Чи є посудомийна машина розумною? Ні, навряд? Точніше, не зовсім. Чи відчувають її дверцята, що їх відкрили? Так. Чи реагує система на це? Так. Чи є це результатом обробки інформації? У певному сенсі так. Але чи можна назвати це інтелектуальною діяльністю? Навряд. Обробка сигналу за принципом «увімкнено / вимкнено» – це лише базова реакція, а не прояв розумної поведінки.

У визначенні робота одним з американських дослідників є ще одне твердження, у якому сказано, що процеси робота мають відбуватися за межами його конструкції. При цьому дослідник намагається виключити комп'ютери, інтелектуальні процеси яких відбуваються виключно в межах конструкції робота. Тому посудомийна машина насправді не робот, кавоварка, пральна машина чи будь-яка побутова техніка насправді не є роботами, бо в них нема процесів, що відбуваються за їх межами.

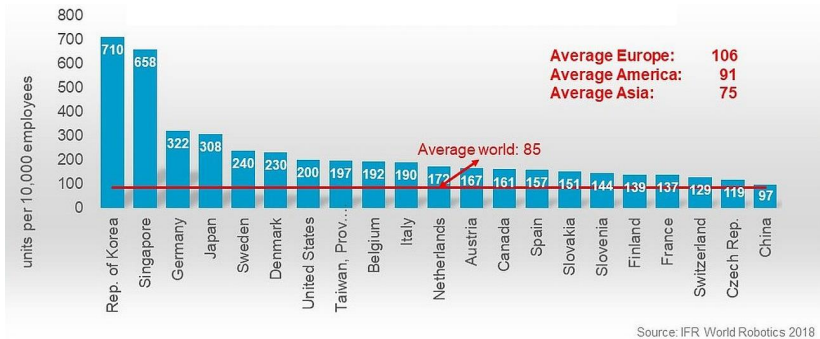
*Робот для промисловості* – це універсальна машина, яка може взаємодіяти із зовнішнім світом на відстані й виконувати безліч завдань на

заводі або в лабораторії так само якісно, як людина, але не втомлюючись. Управляється він за допомогою вбудованої системи керування. Ви просто створюєте завдання один раз, а потім він може повторювати його 24 години на добу, тиждень за тижнем.



Промисловий робот компанії «Cincinnati Milacron». Модель робота Т3, яка стала дуже популярною в промисловості, 1973 рік

Перше застосування роботів у промисловості було пов'язано з можливістю допомогти працівникам заводу піднімати сталеві пластини й переміщувати їх із пункту А в пункт Б, але вже тоді люди були в захваті від того, як це полегшує їхню працю. Більшість роботизованих процесів досі полягають у виконанні саме цієї роботи.



Кількість промислових роботів на 10 тис. співробітників у 2018 році за даними «IFR World Robotics»

Провівши аналіз даних кількості роботів на 10 тис. робітників, отримаємо: ліворуч – країни з найбільшими заробітними платами, тобто вартість людської праці значно підвищує собівартість продукції. Як цього уникнути?