

Штучний інтелект і роботи

Про задачі ШІ та те, як ШІ застосовують в робототехніці й чому це дуууже важливо!



Андрій Титаренко

NEO CYBERNETICA

Штучний інтеле́кт (ШІ, штучний розум, *англ.* *artificial intelligence, AI*) — це здатність обчислювальних систем виконувати **завдання**, які зазвичай співмірні з можливостями **людського інтелекту** (навчання, міркування, розв'язання питань, сприйняття та ухвалення рішень). Ці завдання можуть охоплювати прості дії, як-от **розпізнавання мов** чи **зображень**, та більш складні завдання, скажімо **гра** чи **керування автомобілем**, а також створення зображень і відтворення **звуків**, прогнозування погоди, вирішення складних логічних задач, тощо.

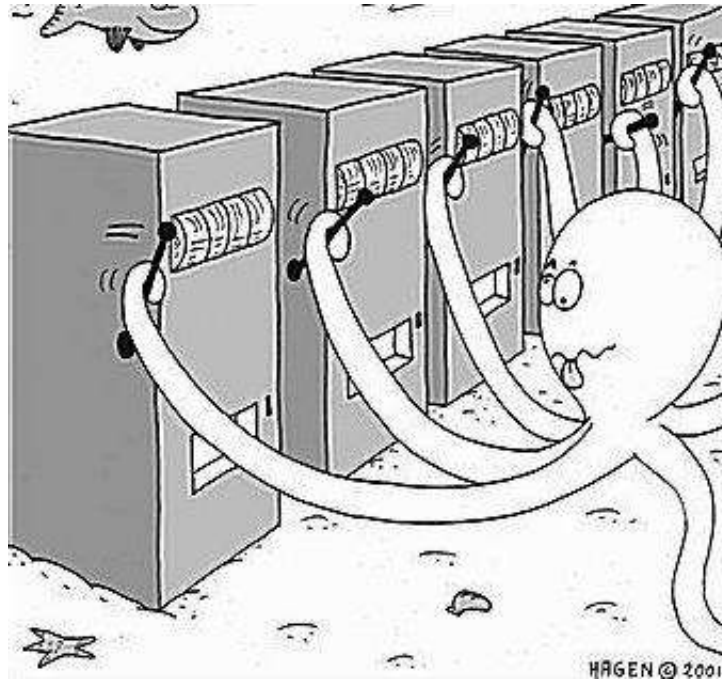
Штучний інтеле́кт — це

здатність обчислювальних систем виконувати **завдання**, які зазвичай співмірні з можливостями **людського інтелекту** (навчання, міркування, розв'язання питань, сприйняття та ухвалення рішень).

Штучний інтеле́кт — це

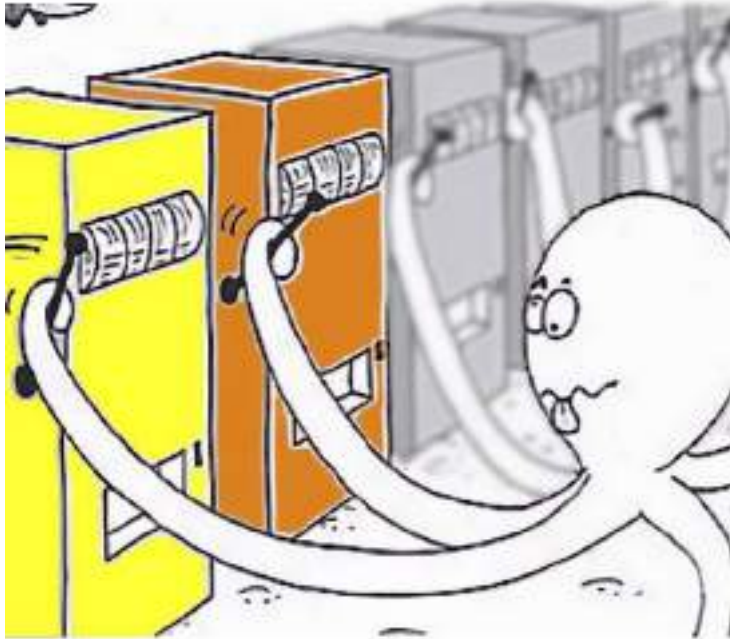
здатність обчислювальних систем виконувати **завдання**, які зазвичай співмірні з можливостями **людського інтелекту** (навчання, міркування, розв'язання питань, сприйняття та ухвалення рішень). Ці завдання можуть охоплювати прості дії, як-от **розпізнавання мов** чи **зображень**, та більш складні завдання, скажімо **гра** чи **керування автомобілем**, а також створення зображень і відтворення **звуків**, **прогнозування погоди**, вирішення складних логічних задач, тощо.

Прийняття рішень



Багаторукий бандит

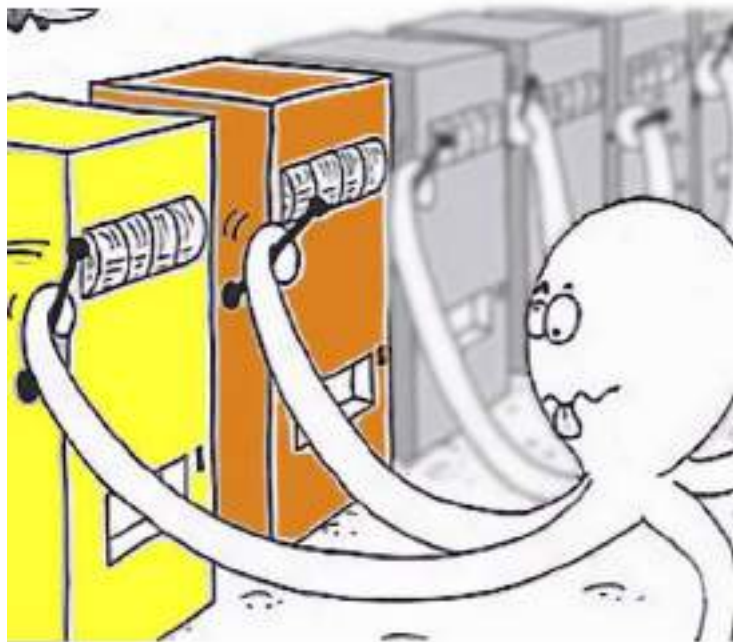
Багаторукийый бандит



+1



-1

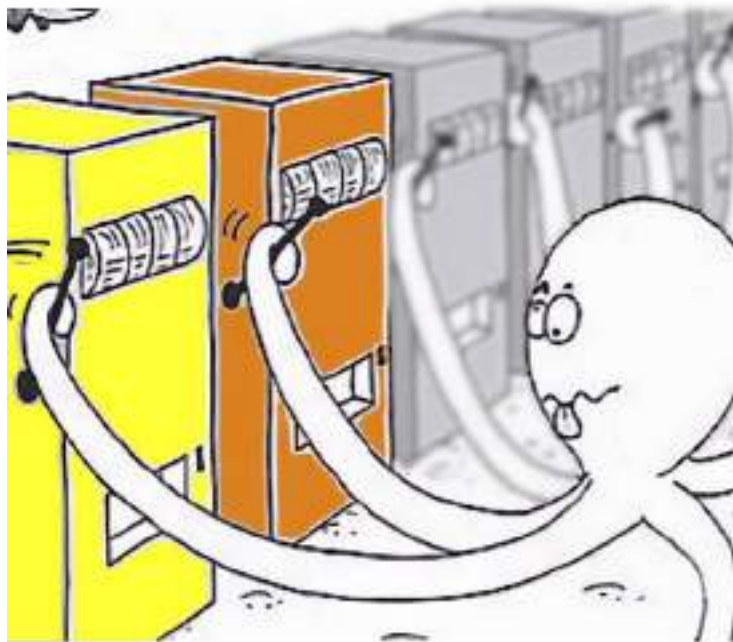


Дія



Винагорода



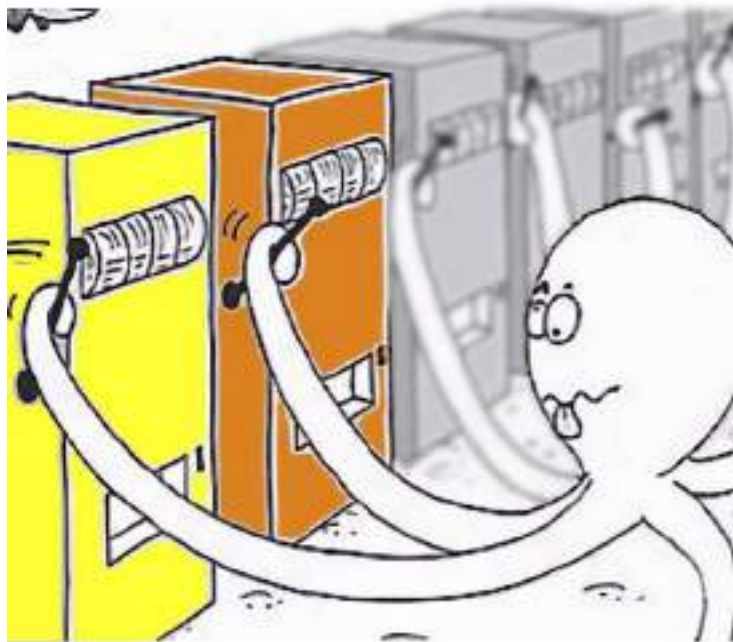


Дія



Винагорода





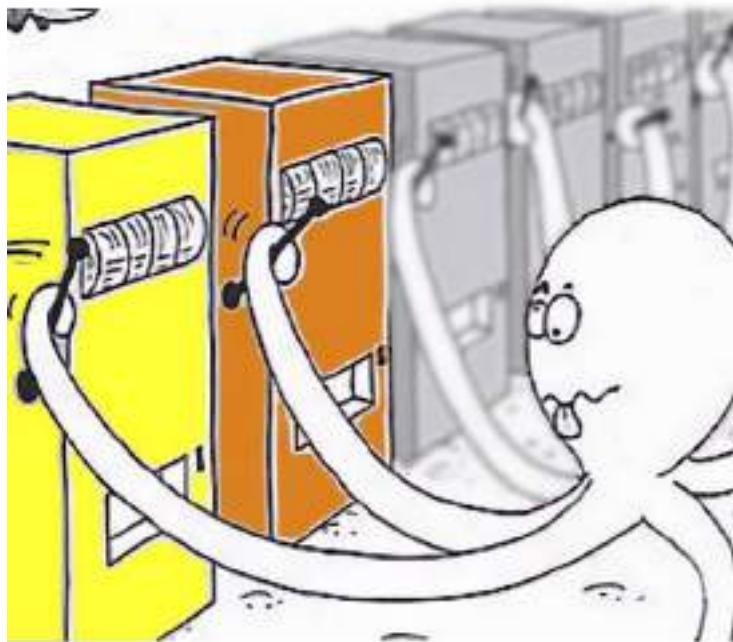
Дія



?

Винагорода





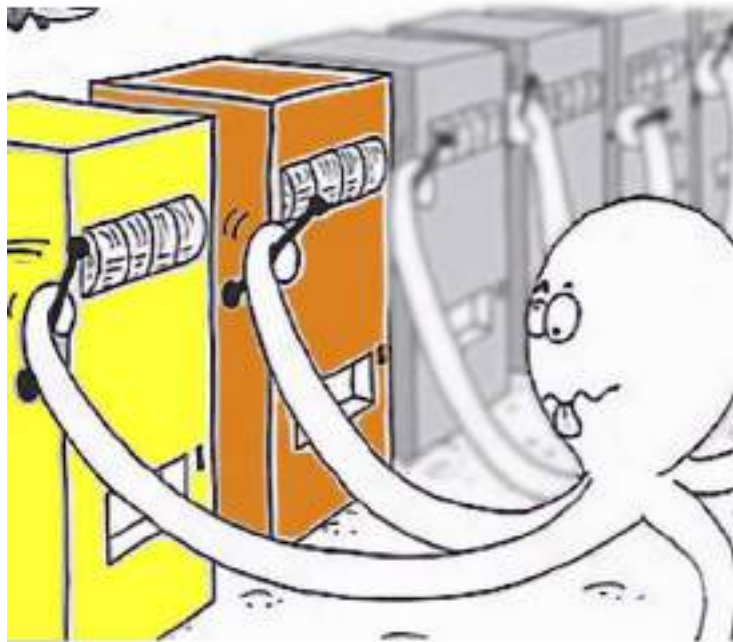
Дія



?

Винагорода





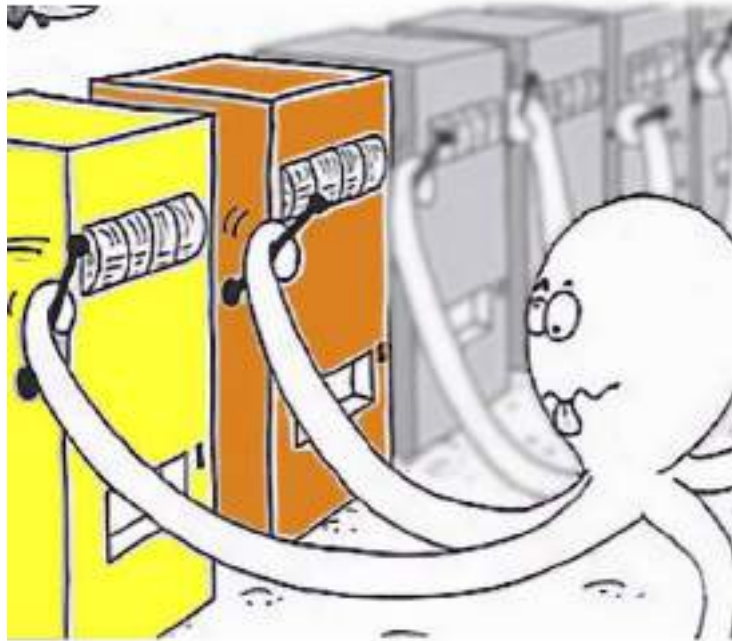
Дія

Винагорода



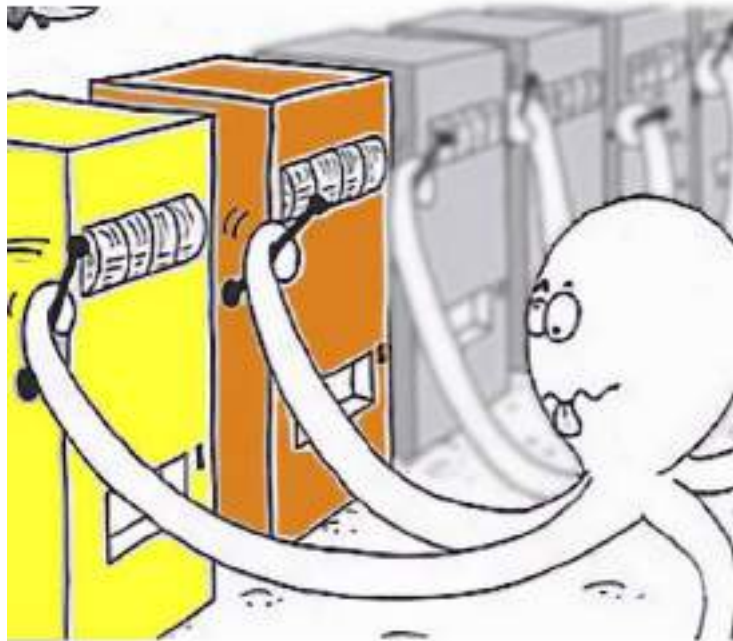
?

Потрібна метрика!



Функція значення

$$q(a) = \mathbb{E}[r_t | a_t = a]$$



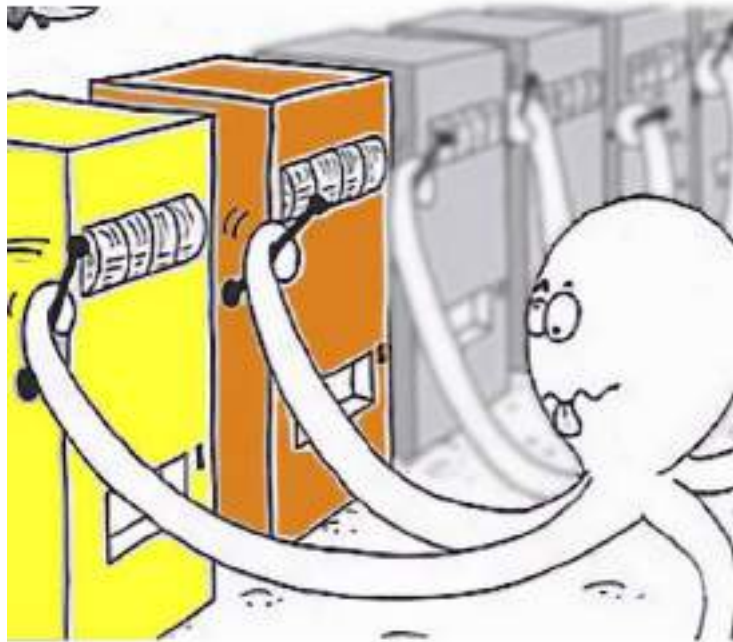
Функція значення

$$q(a) = \mathbb{E}[r_t | a_t = a]$$

Оцінюємо

Винагорода за всі
рази, коли ми обирали
дію a
Кількість разів,
коли ми обирали дію
 a

Крутість дії $a =$



Функція значення

$$q(a) = \mathbb{E}[r_t | a_t = a]$$

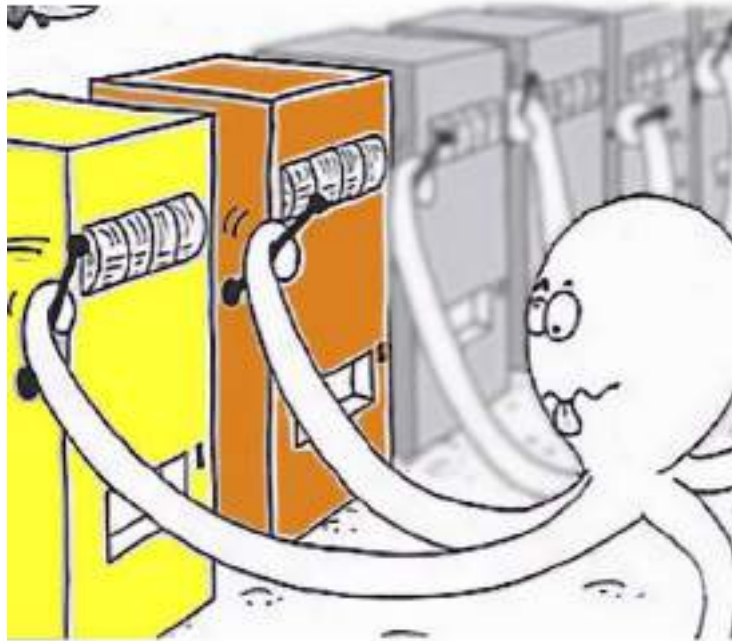
Оцінюємо

Винагорода за всі
рази, коли ми обирали

Крутість дії a = $\frac{\text{дію } a}{\text{Кількість разів,}}$

коли ми обирали дію

$$\hat{q}_t(a) = \frac{\sum_{i=0}^t a \mathbf{1}(a_i = a) r_i}{\sum_{i=0}^t \mathbf{1}(a_i = a)}$$



Функція значення

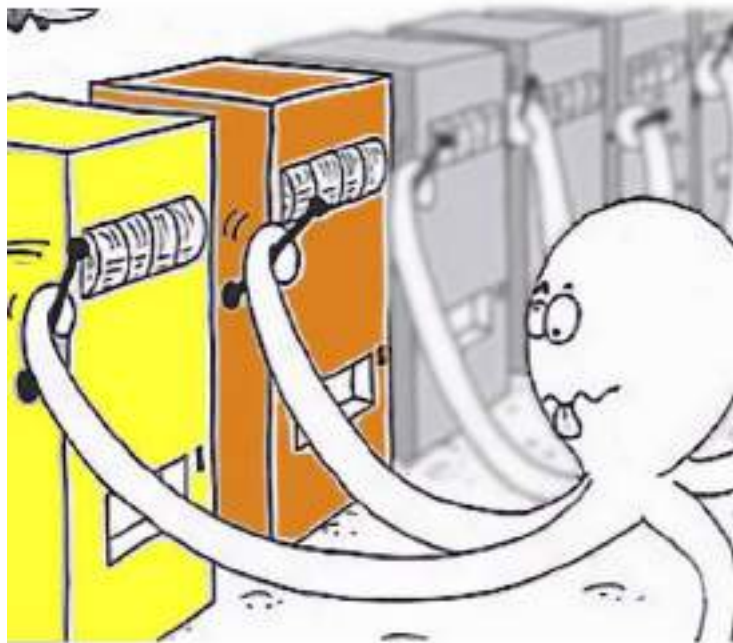
$$q(a) = \mathbb{E}[r_t | a_t = a]$$

Оцінюємо

$$\hat{q}_t(a) = \frac{\sum_{i=0}^t \mathbf{1}(a_i = a) r_i}{\sum_{i=0}^t \mathbf{1}(a_i = a)}$$

Оновлення:

$$\hat{q}_{t+1}(a) = \hat{q}_t(a) + \alpha_t (r_{t+1} - \hat{q}_t(a))$$



Дія



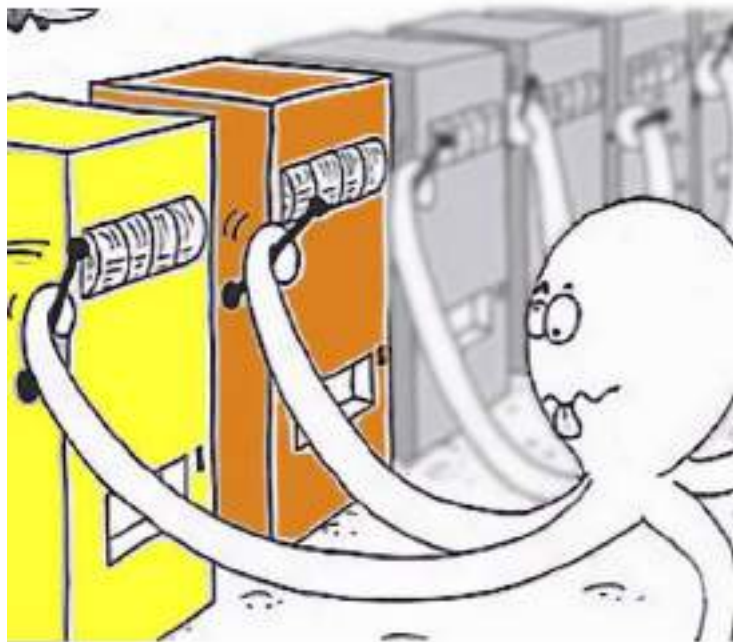
?

Винагорода



$$q(\text{orange switch}) = -1$$

$$q(\text{yellow switch}) = 0$$



Дія

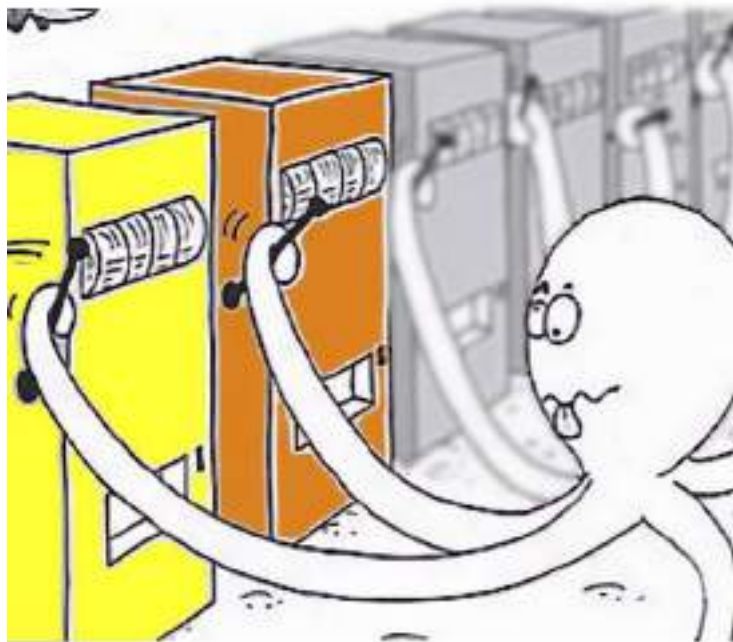
Винагорода



$$q(\text{orange switch}) = -1$$

$$q(\text{yellow switch}) = -1/3$$

?



Дія

Винагорода

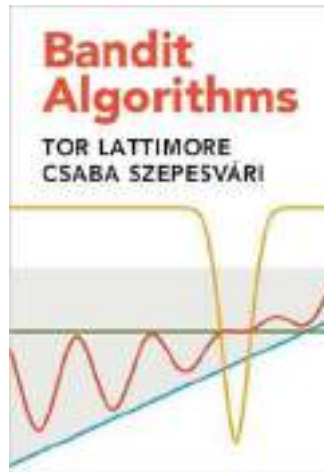
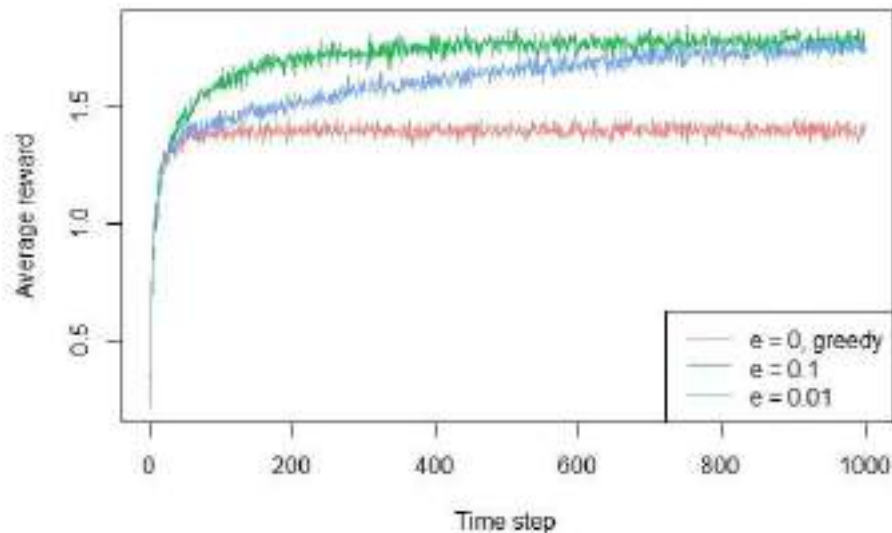


$$q(\text{orange switch}) = -1$$

$$q(\text{yellow switch}) = -1/2$$

Exploration vs. Exploitation

- Epsilon-greedy exploration
- Boltzmann exploration
- UCB
- ...



[Link \(Amazon\)](#)



[Link \(Amazon\)](#)

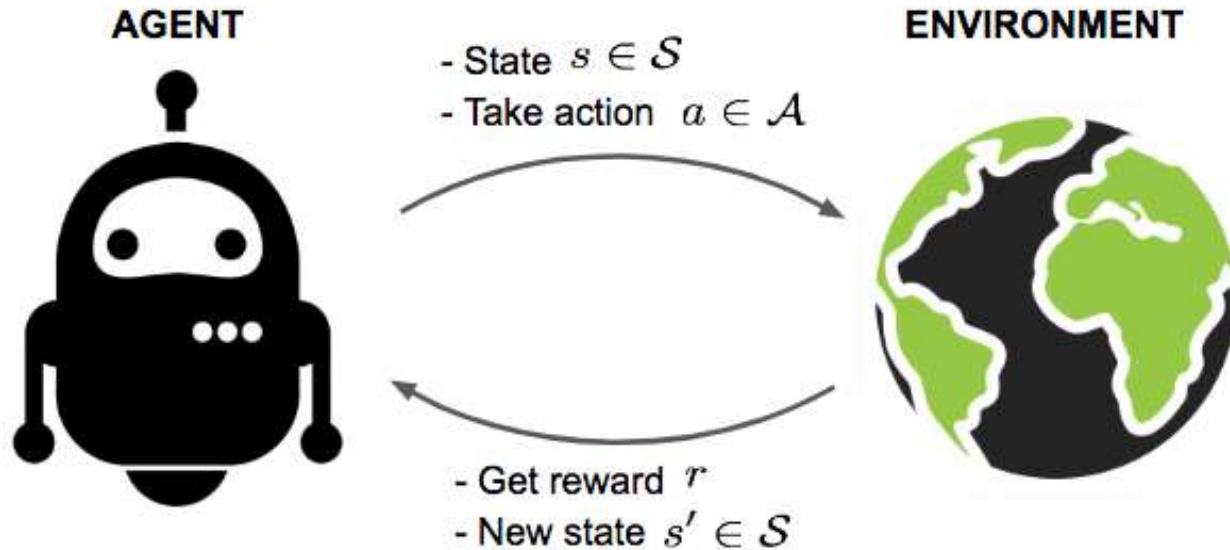
Навіщо?

- Показувати рекламу користувачу, чи ні?
- Продавати чи купувати?
- Давати знижку чи ні?
- Який рекомендувати фільм?
- ...

Але що далі?

Але що далі?

- Що якщо послідовність дій велика?

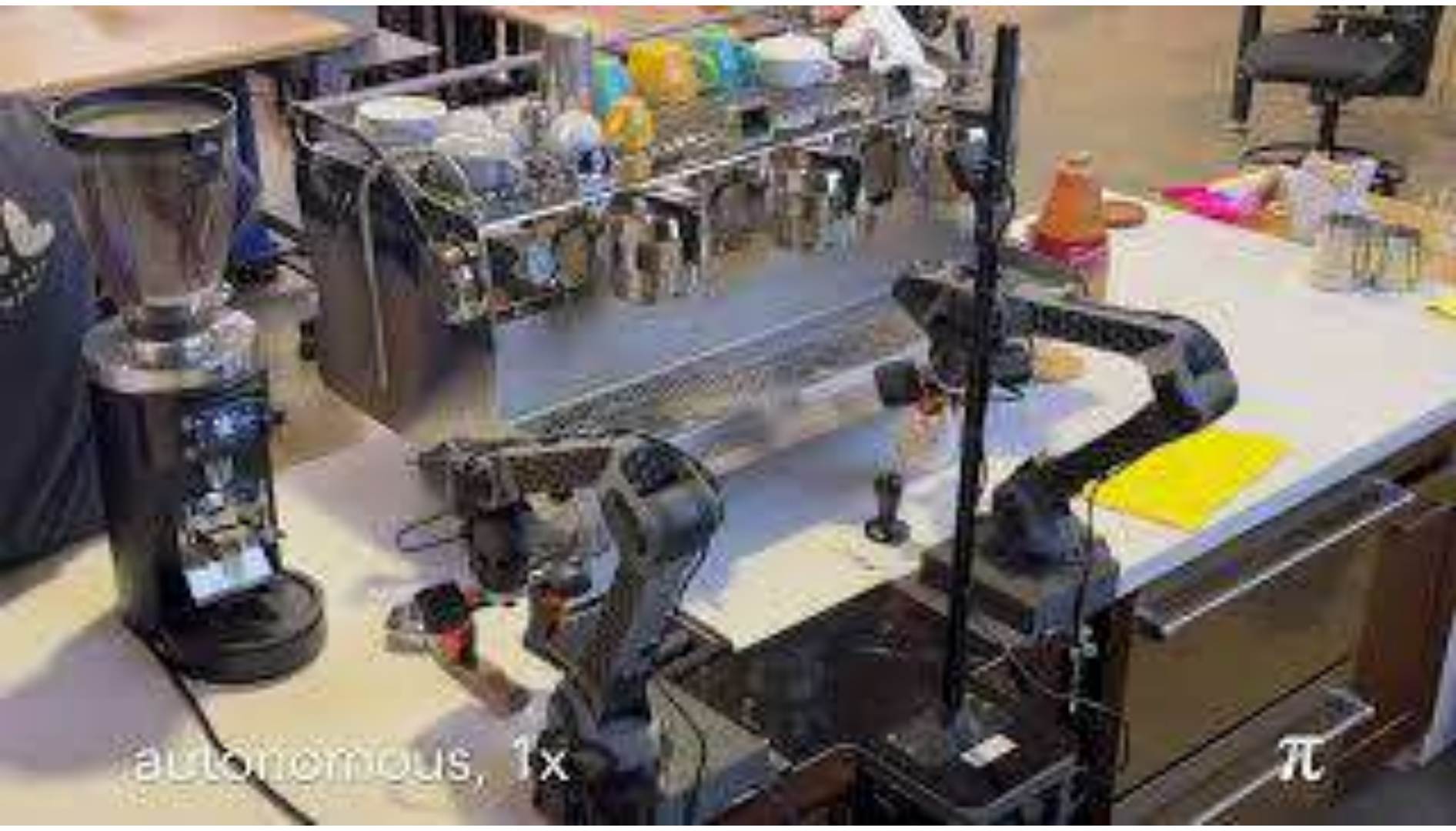


Але що далі?

- Що якщо послідовність дій велика?
- Що якщо дії не дискретні ($1/2/3/.../N$) а неперервні ($0.123, 4.33, ...$)?



Autonomous-1A 30800



autonomous, 1x

π

Але що далі?

- Що якщо послідовність дій велика?
- Що якщо дії не дискретні ($1/2/3/\dots/N$) а неперервні ($0.123, 4.33, \dots$)?
- Що якщо час не дискретний?

Але що далі?

- Що якщо послідовність дій велика?
- Що якщо дії не дискретні ($1/2/3/.../N$) а неперервні ($0.123, 4.33, ...$)?
- Що якщо час не дискретний?

Математичний аналіз

Лінійна алгебра

Теорія керування

...

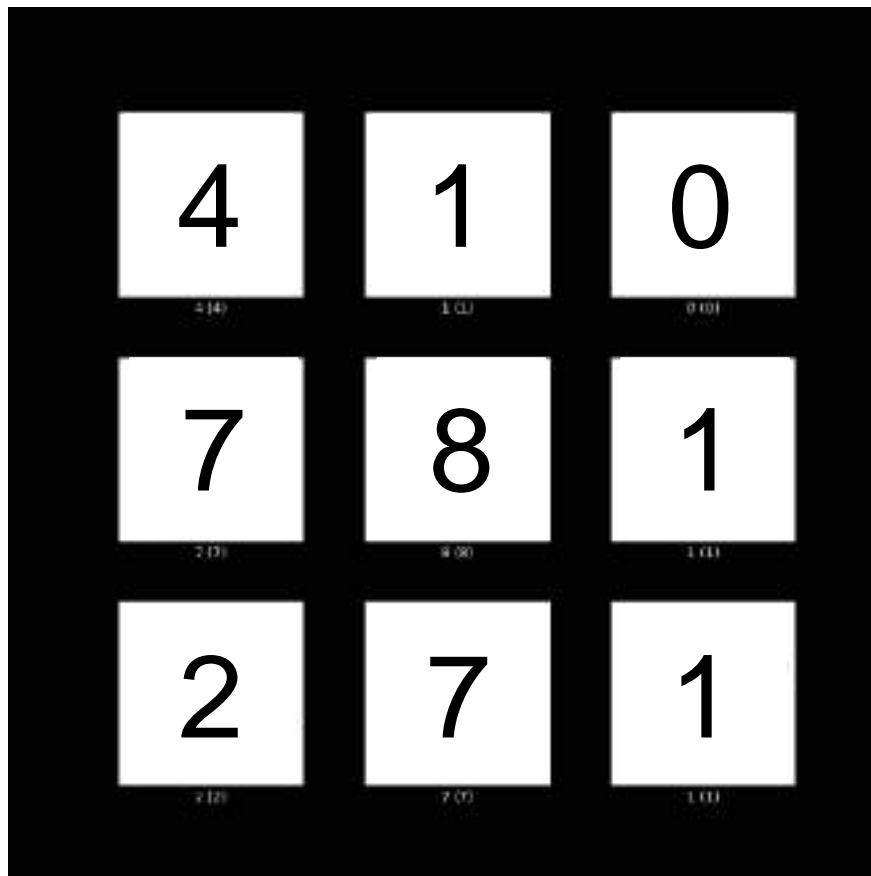
Але що далі?

- Що якщо послідовність дій велика?
- Що якщо дії не дискретні ($1/2/3/\dots/N$) а неперервні ($0.123, 4.33, \dots$)?
- Що якщо час не дискретний?

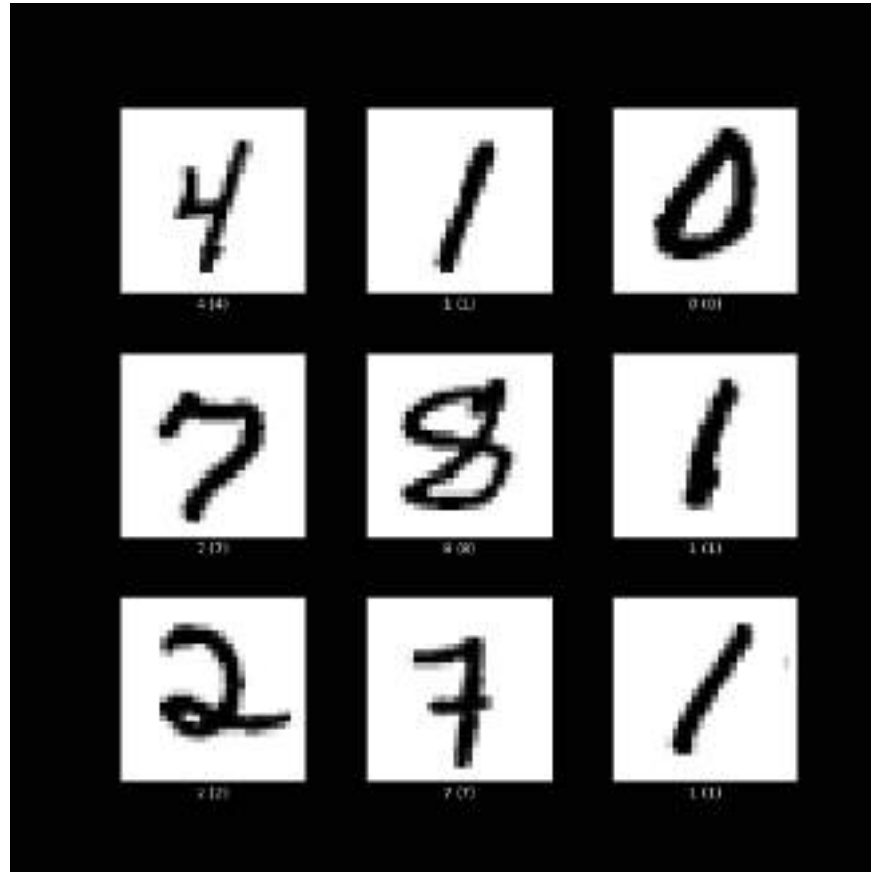


Математичний аналіз
Лінійна алгебра
Теорія керування
...

Розпізнавання

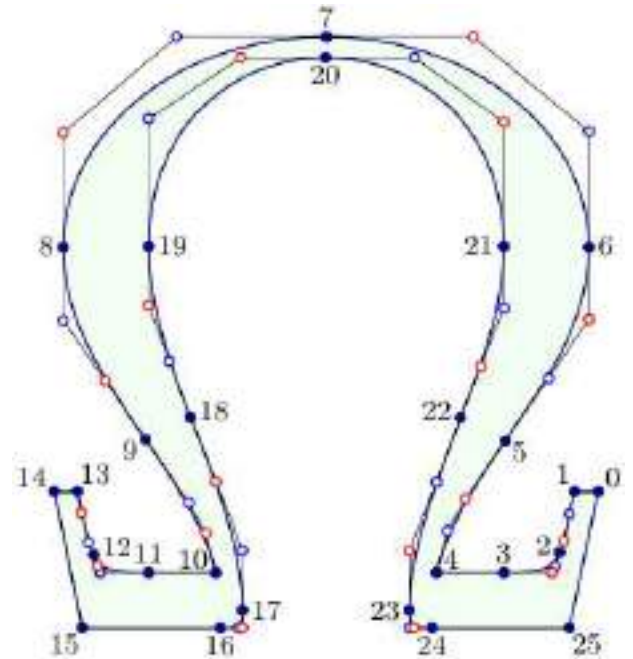


Розпізнавання



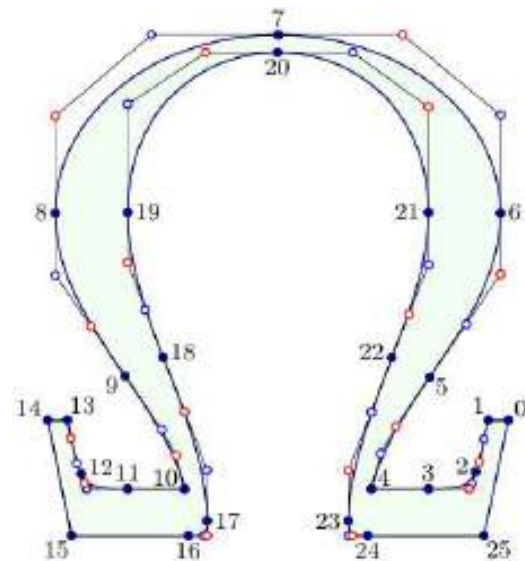
Підходи

1. Виділити ознаки, підібрати пороги



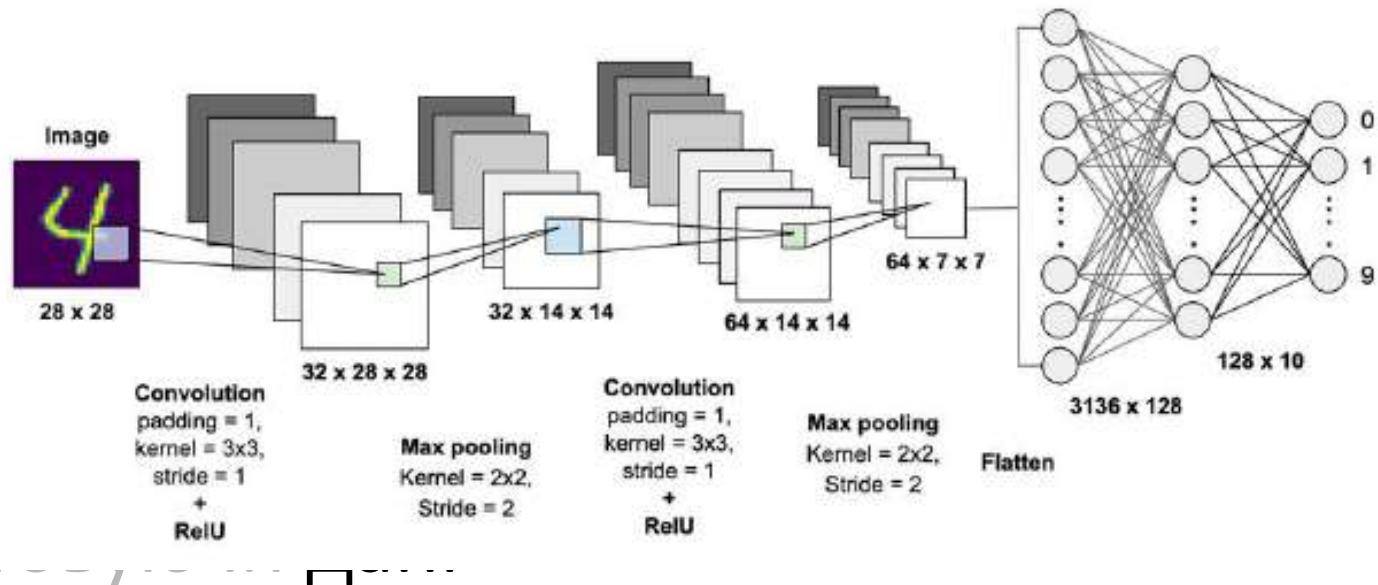
Підходи

1. Виділити ознаки, підібрати пороги
2. Виділити ознаки, знайти правильні пропорції для кожного класу цифр використовуючи дані



Підходи

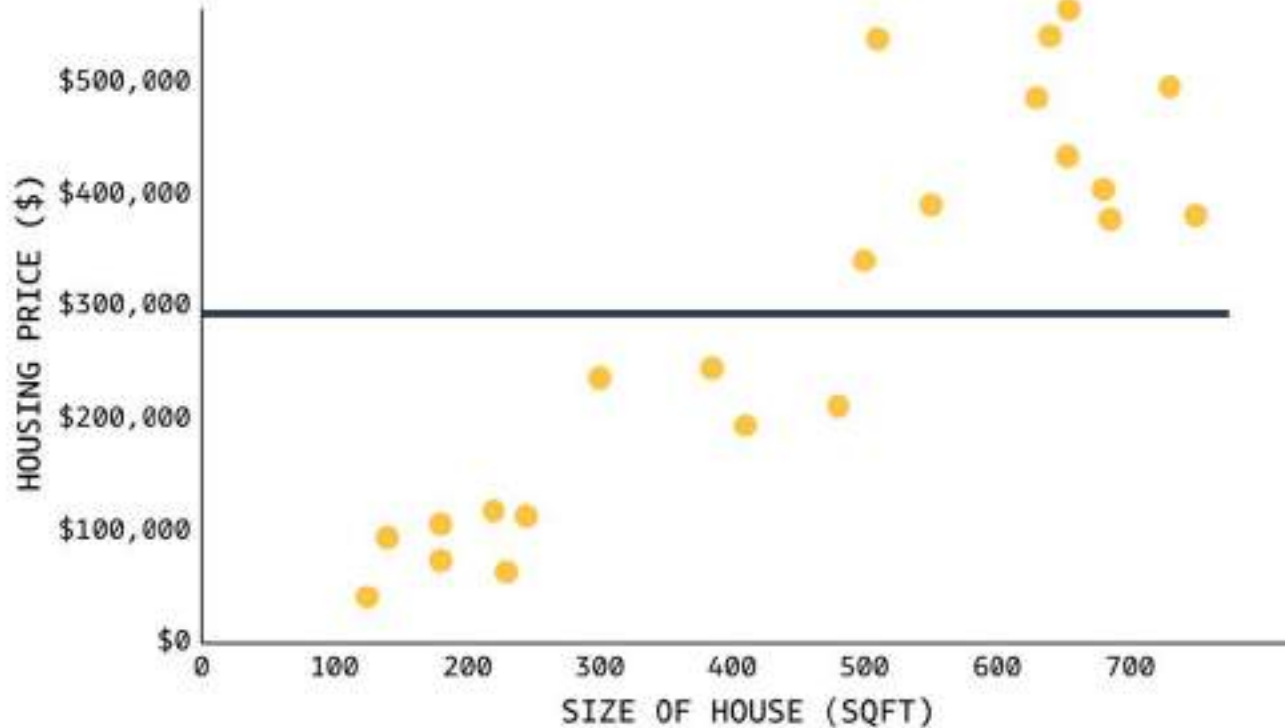
1. Виділит
2. Виділит
для кож
викорис



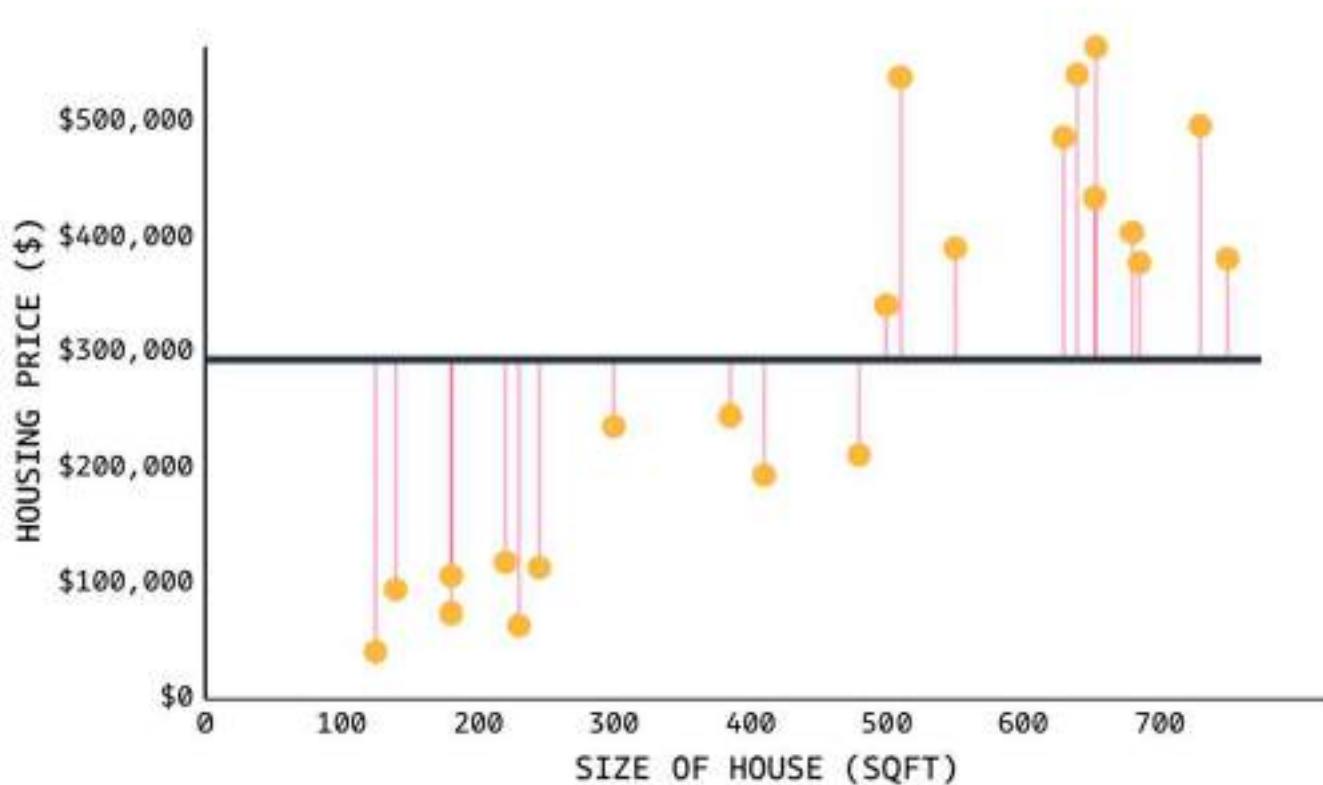
3. Навчити нейронну мережу на даних

Навчимо мережу для
розпізнавання цифр!!!

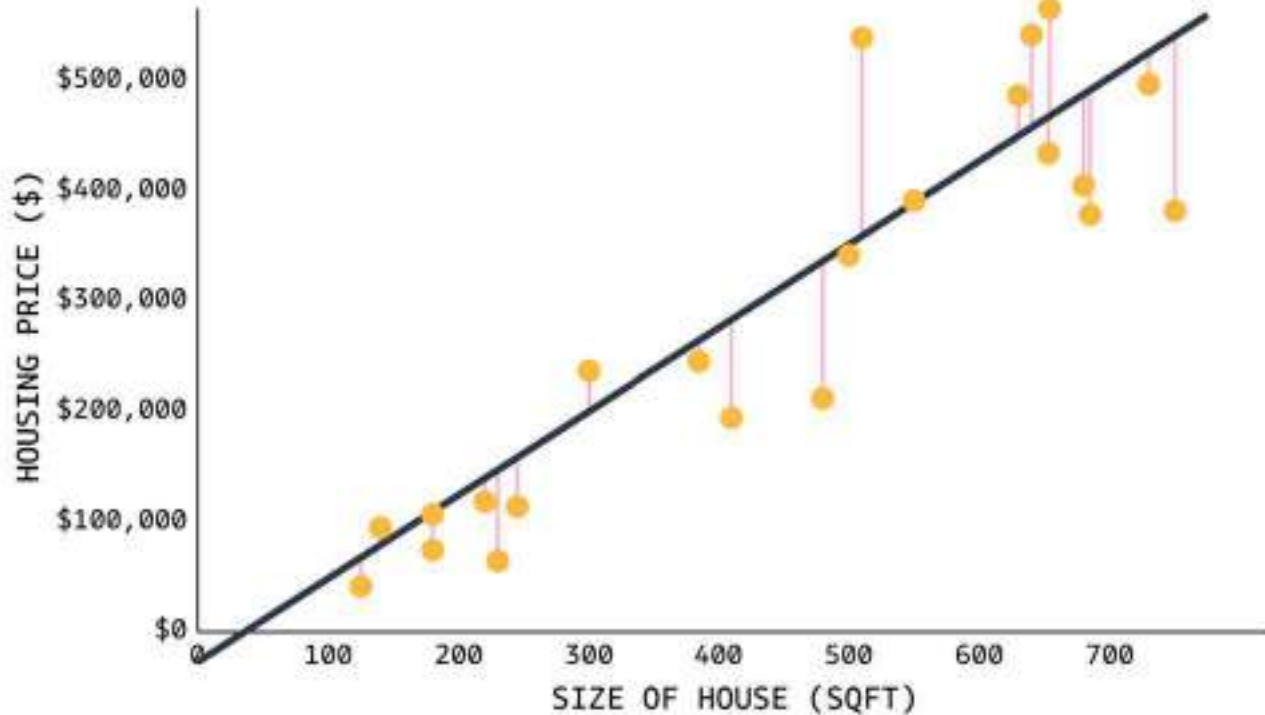
Навчання - залежність \$ житла від площі



Навчання - залежність \$ житла від площі



Навчання - залежність \$ житла від площі

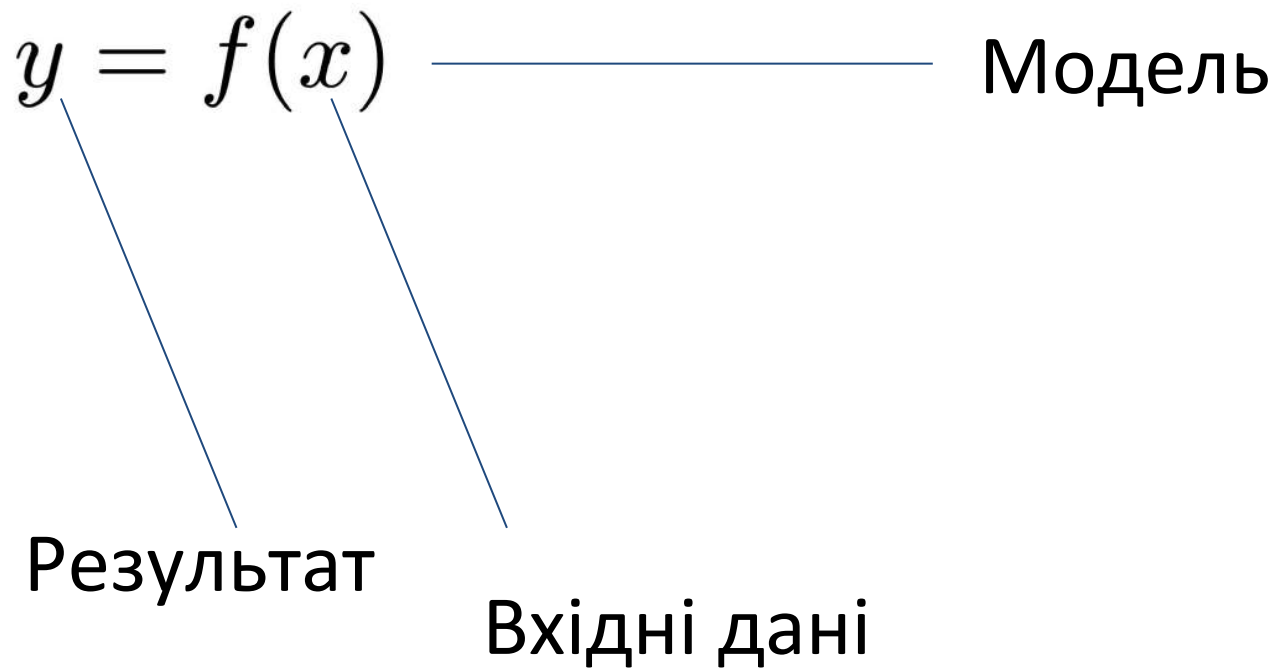


$$y = f(x)$$

Модель

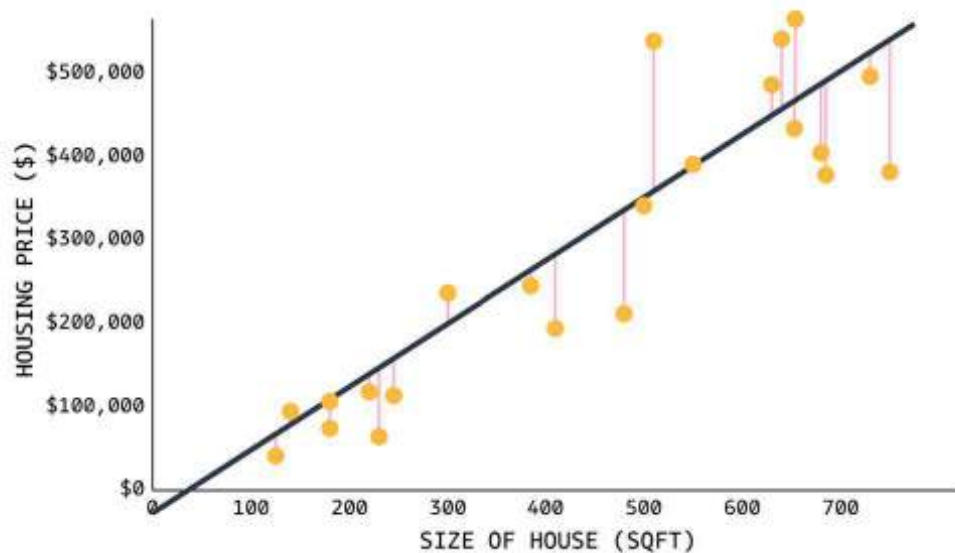
Результат

Вхідні дані



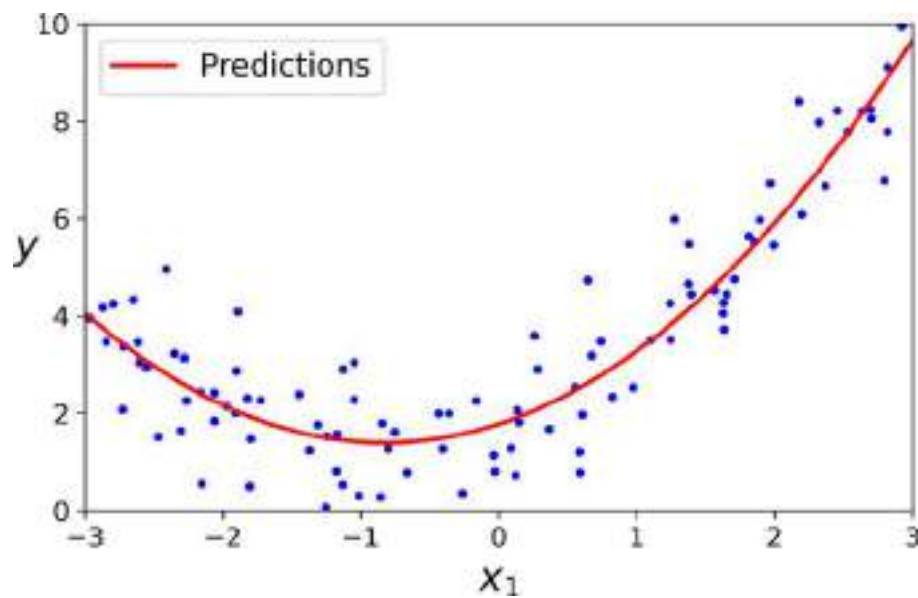
$$y = f(x) \text{ ————— Модель}$$

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x$$



$y = f(x)$ ————— Модель

$$y = \alpha_1 x + \alpha_2 x^2 + \alpha_3 x^3$$



$y = f(x)$ ————— Модель

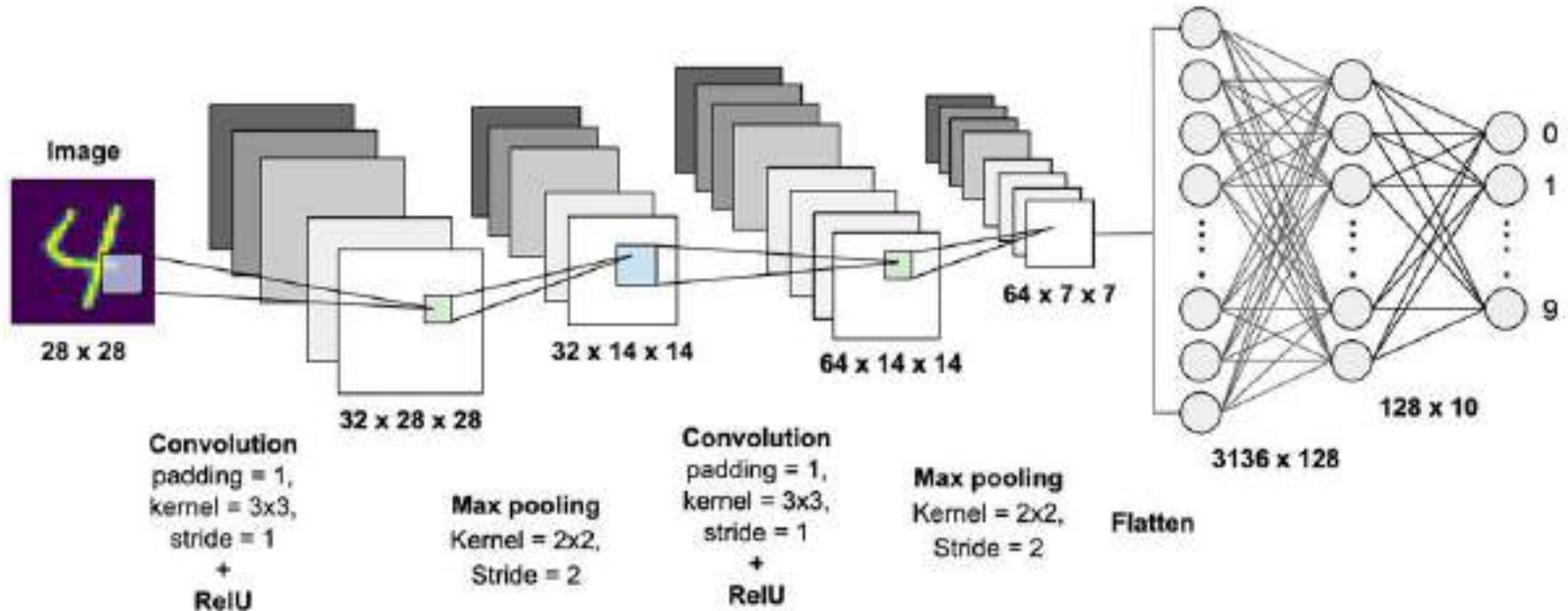
$$y = \alpha_1 \sin(x) + \beta_1 \cos(x) + \alpha_2 \sin(x) + \beta_2 \cos(x) + \dots$$



Псссс! Ви бачите помилку на слайді?

$$y = f(x)$$

Модель



$$y = f(x, \alpha) \quad \text{—————} \quad \text{Модель}$$

$$Error(\alpha) = (y_1 - f(x_1, \alpha))^2 + (y_2 - f(x_2, \alpha))^2 + \dots + (y_n - f(x_n, \alpha))^2$$

Похибка

$$y = f(x, \alpha)$$

Модель

$$Error(\alpha) = (y_1 - f(x_1, \alpha))^2 + (y_2 - f(x_2, \alpha))^2 + \dots + (y_n - f(x_n, \alpha))^2$$

Похибка

Вхідні приклади

$$y = f(x, \alpha)$$

Модель

$$Error(\alpha) = (y_1 - f(x_1, \alpha))^2 + (y_2 - f(x_2, \alpha))^2 + \dots + (y_n - f(x_n, \alpha))^2$$

Похибка

Правильні відповіді

$y = f(x, \alpha)$ ————— Модель

$$Error(\alpha) = (y_1 - f(x_1, \alpha))^2 + (y_2 - f(x_2, \alpha))^2 + \dots + (y_n - f(x_n, \alpha))^2$$

Як знайти параметр, в якому функція набуває мінімального значення?

$y = f(x, \alpha)$ ————— Модель

$$Error(\alpha) = (y_1 - f(x_1, \alpha))^2 + (y_2 - f(x_2, \alpha))^2 + \dots + (y_n - f(x_n, \alpha))^2$$

Способів є дуже багато, але відомий

вам - також часто підходить

$$Error'(\alpha) = 0$$

$\alpha - ?$

2012 ALEXNET



PERCEPTION AI

SPEECH RECOGNITION
DEEP FECSYS
MEDICAL IMAGING

GENERATIVE AI

DIGITAL MARKETING
CONTENT CREATION

AGENTIC AI

CODING ASSISTANT
CUSTOMER SERVICE
PATIENT CARE

PHYSICAL AI

SELF-DRIVING CARS
GENERAL ROBOTICS



Великий успіх нейронних мереж, який почав революцію



PERCEPTION AI

SPEECH RECOGNITION
DEEP RECSYS
MEDICAL IMAGING



Великий успіх
нейронних мереж,
який почав революцію

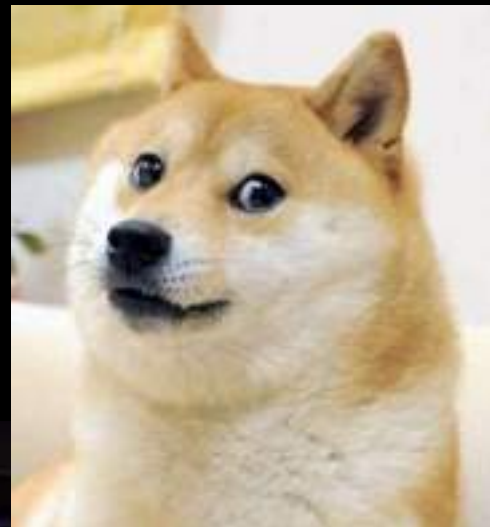


Кіт!



PERCEPTION AI

SPEECH RECOGNITION
DEEP FECSYS
MEDICAL IMAGING

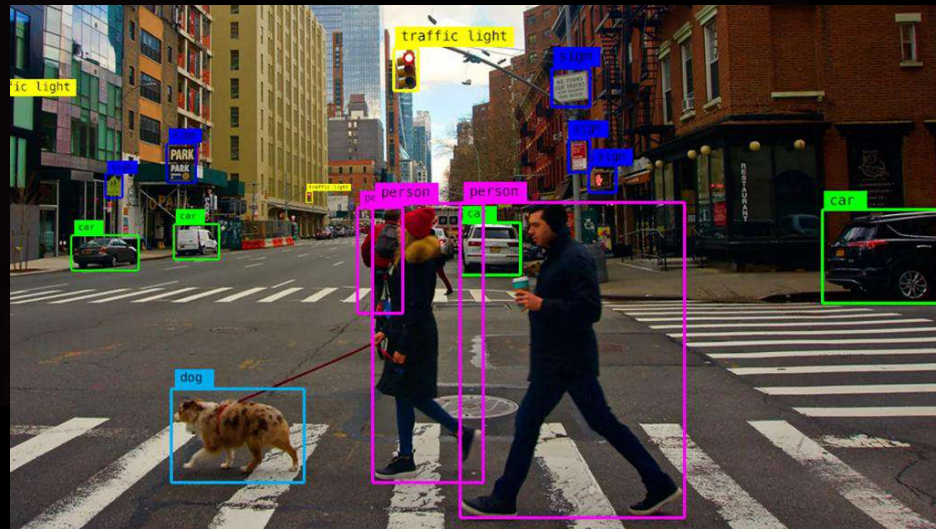


Пес!

Виявлення об'єктів

Розпізнавання мови

Рекомендаційні системи



2012 ALEXNET

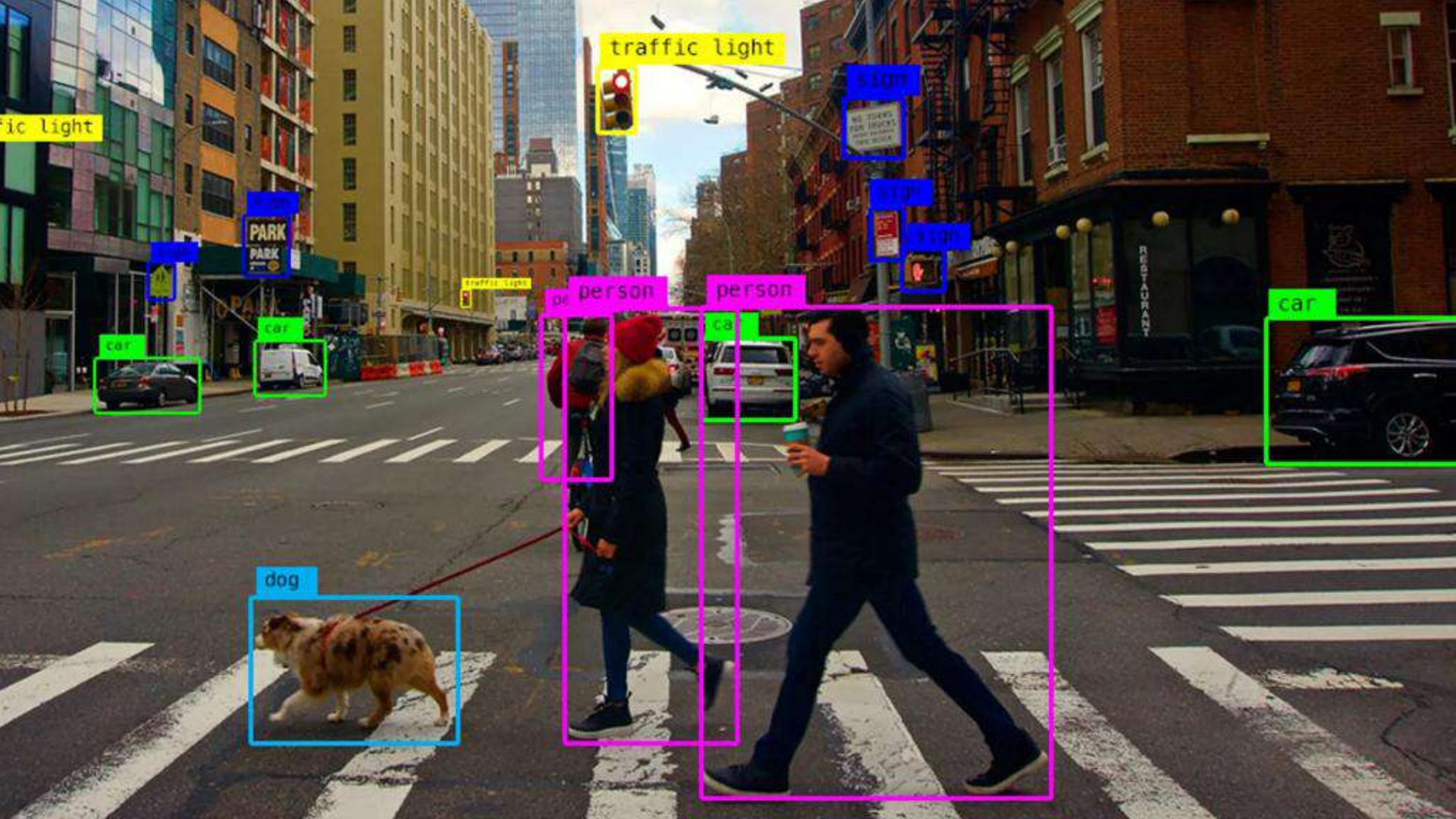
PERCEPTION AI

SPEECH RECOGNITION
DEEP RECSYS
MEDICAL IMAGING

PERCEPTION AI

SPEECH RECOGNITION
DEEP RECSYS
MEDICAL IMAGING





traffic light

traffic light

sign

PARK
PARK

traffic light

car

car

car

car

dog

person

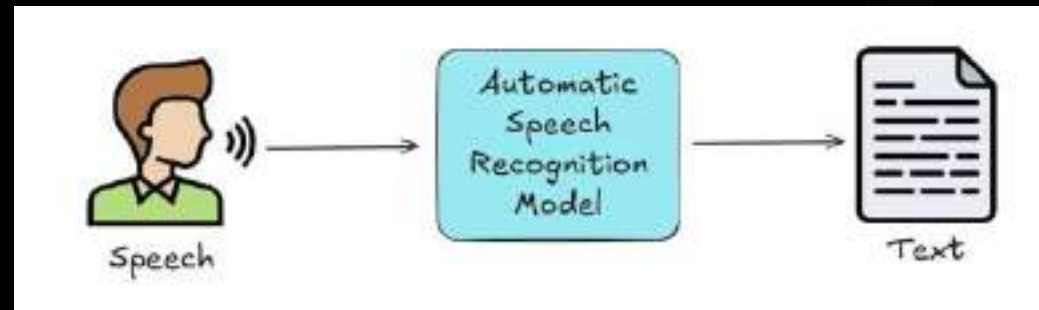
person

RESTAURANT

Виявлення об'єктів

Розпізнавання мови

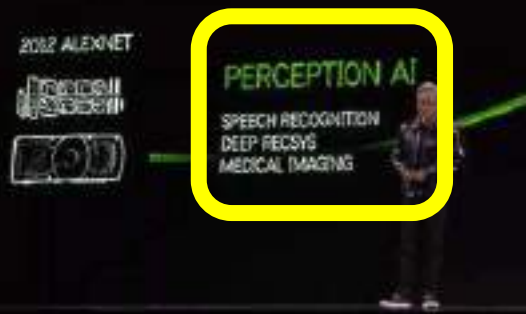
Рекомендаційні
системи



Виявлення об'єктів

Розпізнавання мови

Рекомендаційні системи





ChatGPT



Gemini



Claude

2012 ALEXNET



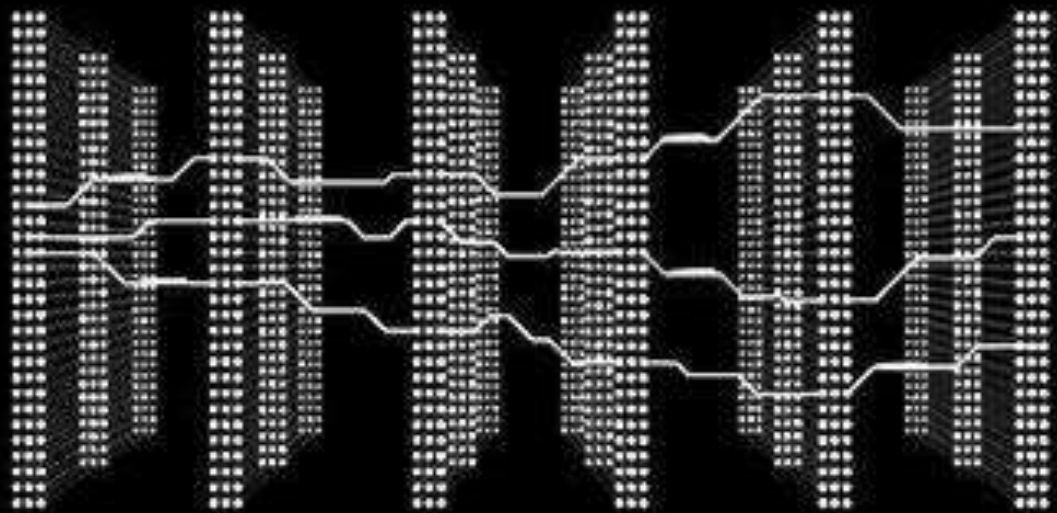
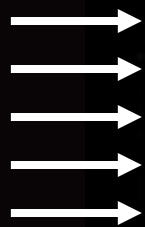
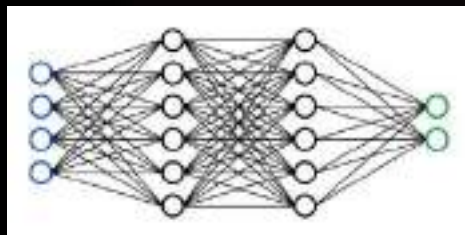
PERCEPTION AI

SPEECH RECOGNITION
DEEP FECSYS
MEDICAL IMAGING



GENERATIVE AI

DIGITAL MARKETING
CONTENT CREATION



2012 ALEXNET
ImageNet
2015

PERCEPTION AI
SPEECH RECOGNITION
DEEP FECSYS
MEDICAL IMAGING

GENERATIVE AI
DIGITAL MARKETING
CONTENT CREATION





CURSOR



Gamma

Top AI Agent Builders in 2025

watsonx™



Agentic automation



vertex.ai



POSTMAN



StackAI

Agentspace



Relevance AI

AGENTIC AI

CODING ASSISTANT
CUSTOMER SERVICE
PATIENT CARE

PRODUCTIVITY & PERSONAL ASSISTANTS

Creativity Assistants



Workflow Automation



Meeting Assistants



SALES

Prospecting



Lead Generation



Sales Automation



CRM



MARKETING

Content Creation/SEO



Campaign Management



Personalized Marketing



CUSTOMER SERVICE & SUPPORT

Self-service Chatbots



Sentiment Analysis



LEGAL

Legal Research



Document Review



Legal Compliance



PRODUCT MANAGEMENT

Market Research



Product Development



Project Automation



Resource Allocation



CODING/SOFTWARE DEVELOPMENT

Code Generation



Code Debugging



CI/CD



Human Resources

Hiring & Recruitment



Employee Engagement



BUSINESS INTELLIGENCE

Insight Generation & Data Analytics



Predictive Analytics & Forecasting



Automated Reporting & Dashboards



Data Cleaning & Preparation



FINANCE & ACCOUNTING

Fraud Prevention & Detection



Transactions Management





from openai import OpenAI
imgflip.com

AGENTIC AI
CODING ASSISTANT
CUSTOMER SERVICE
PATIENT CARE

GENERATIVE AI
DIGITAL MARKETING
CONTENT CREATION

CLAUDE
CODE



AGENTIC AI

MARKETING
CREATION

AGENTIC AI

CODING ASSISTANT
CUSTOMER SERVICE
PATIENT CARE

Shedding The Lite: Unfolding The Dramatic Turn of Events with the LiteLLM Compromise

CUSTOMER SERVICE

Meta Security Researcher's AI Agent Accidentally Deleted Her Emails



DEEP RECSYS
MEDICAL IMAGING



2012 ALEXNET



PERCEPTION AI

SPEECH RECOGNITION
DEEP RECSYS
MEDICAL IMAGING

GENERATIVE AI

DIGITAL MARKETING
CONTENT CREATION

AGENTIC AI

CODING ASSISTANT
CUSTOMER SERVICE
PATIENT CARE

PHYSICAL AI

SELF-DRIVING CARS
GENERAL ROBOTICS



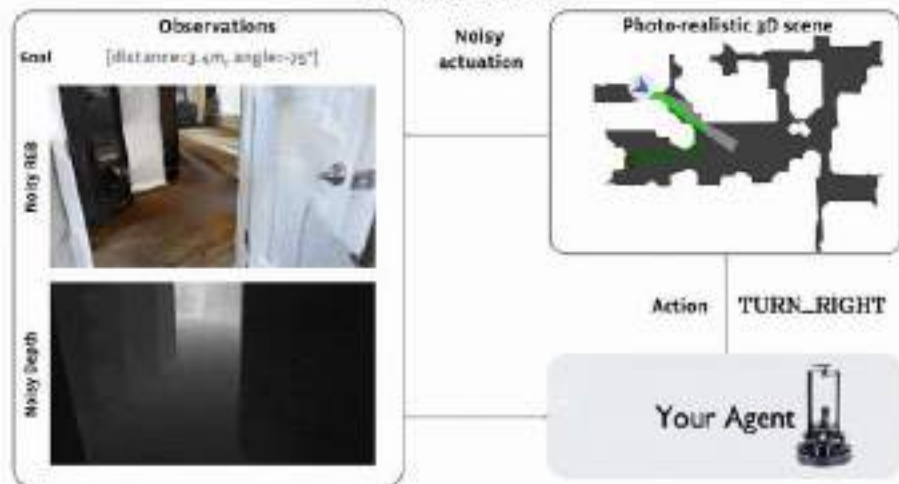
TESLA ROBOTAXI







Point Goal Nav Task



Руки - ключ фізичного штучного інтелекту до вирішення проблем автоматизації

- Догляд за пацієнтами
- Автоматизація виробництв
- Домашні помічники
- Автоматизація роботи складів, клінінгу, обслуговування
-



ReactorX 200 (5DoF)



ViperX (6DoF)



WidowX-AI



Neo-Koch leader



Gello-Leader



Gello-Widow



Koch arms



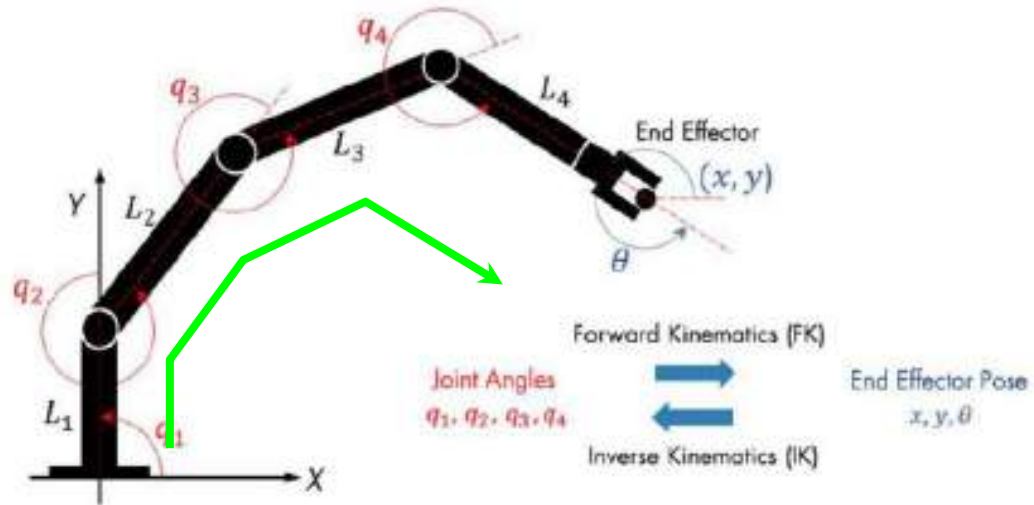


if they have low weight and/or compliance to impacts.

								
	PhantomX Reactor	DesiArm	WidowX Mark II	[Quigley et al.]	Dr. Robot Jaguar	Cyton Gamma 1500	Universal Robots UR3	KUKA Youbot
Estimated Cost	\$550	\$850	\$1,500	\$4,135	\$8,750	\$12,000	\$23,000	\$24,200
Degrees of Freedom	6	4	6	7	4	7	6	5
Total weight (Kg)	1.36	0.75	1.33	11.4	10	2	11	7.4
Max Payload (Kg)	0.6	1.4	0.8	2	4	1.5	3	0.5
ROS Compatible	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Manufacturing material	ABS	PLA/ABS	ABS	MDF	aluminium	ABS	aluminium & plastic	aluminium
Modular Design	no	yes	no	no	no	yes	yes	no
Human Safe	yes	yes	yes	yes	no	yes	no	no

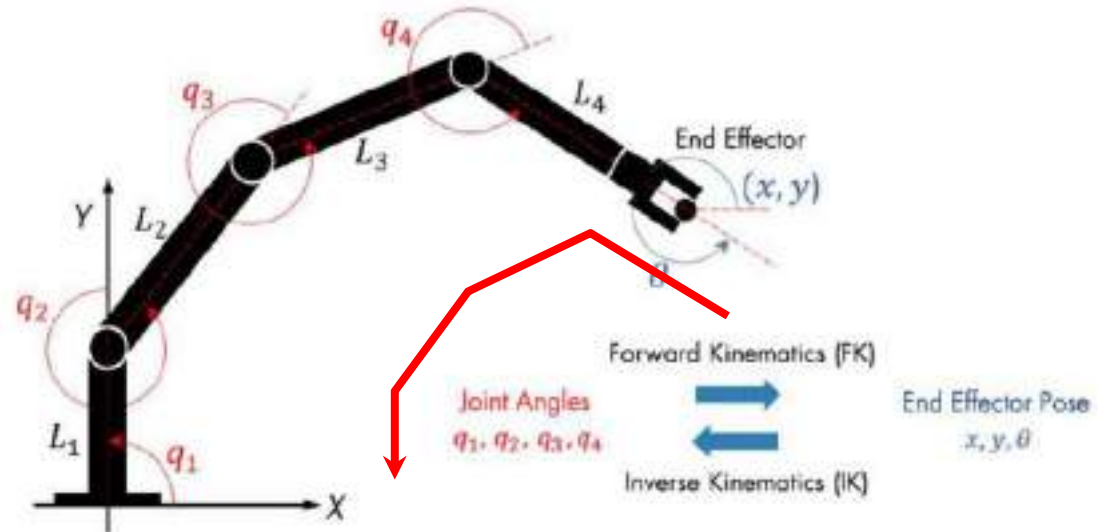
Пряма кінематика

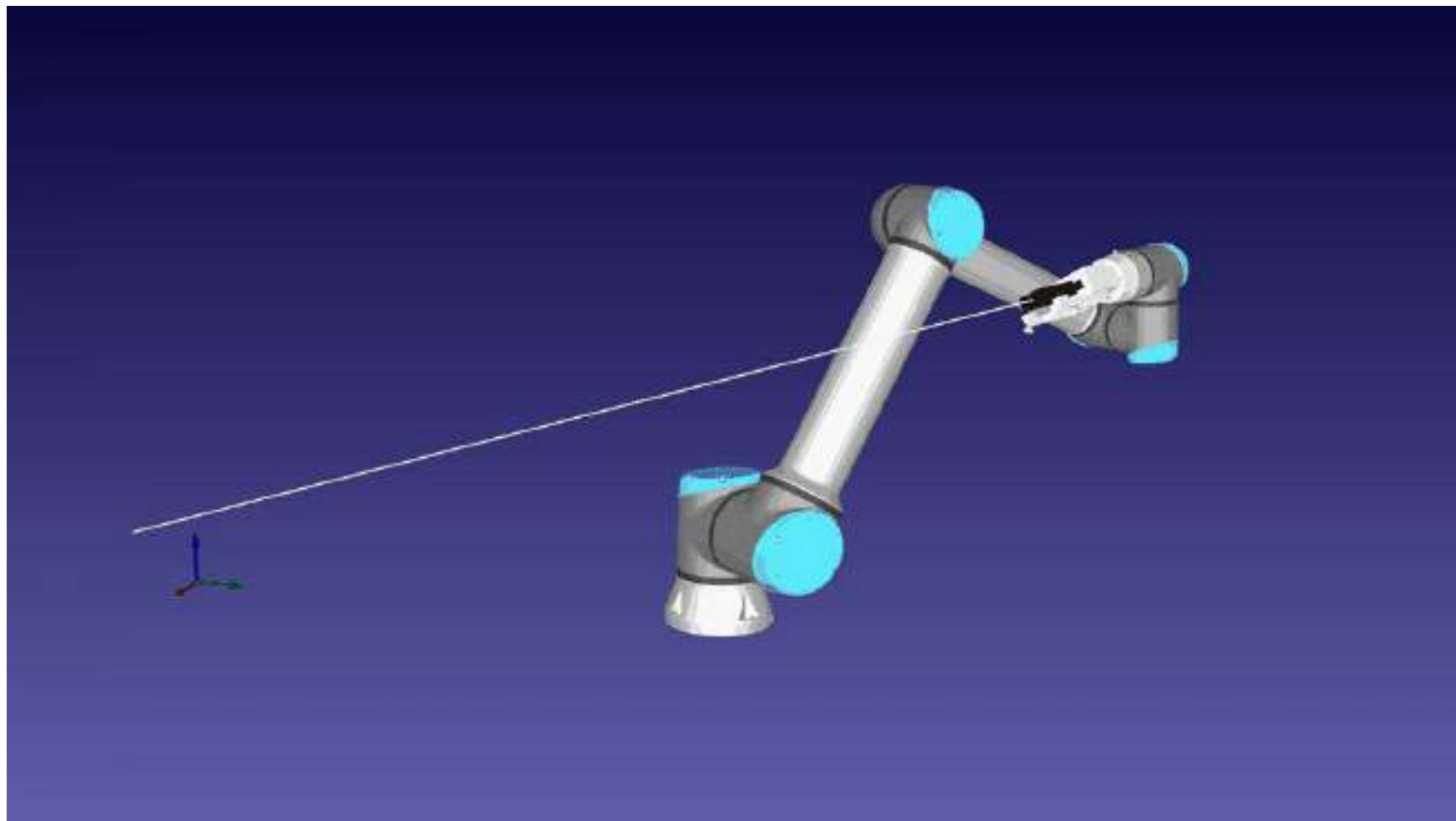
- Описує $x = f(\theta)$
- Однорідне перетворення: $T = T_1 * T_2 * \dots * T_n$
- Вихіт: положення (поза) енд-ефектора ($x, y, z, \text{orientation}$)



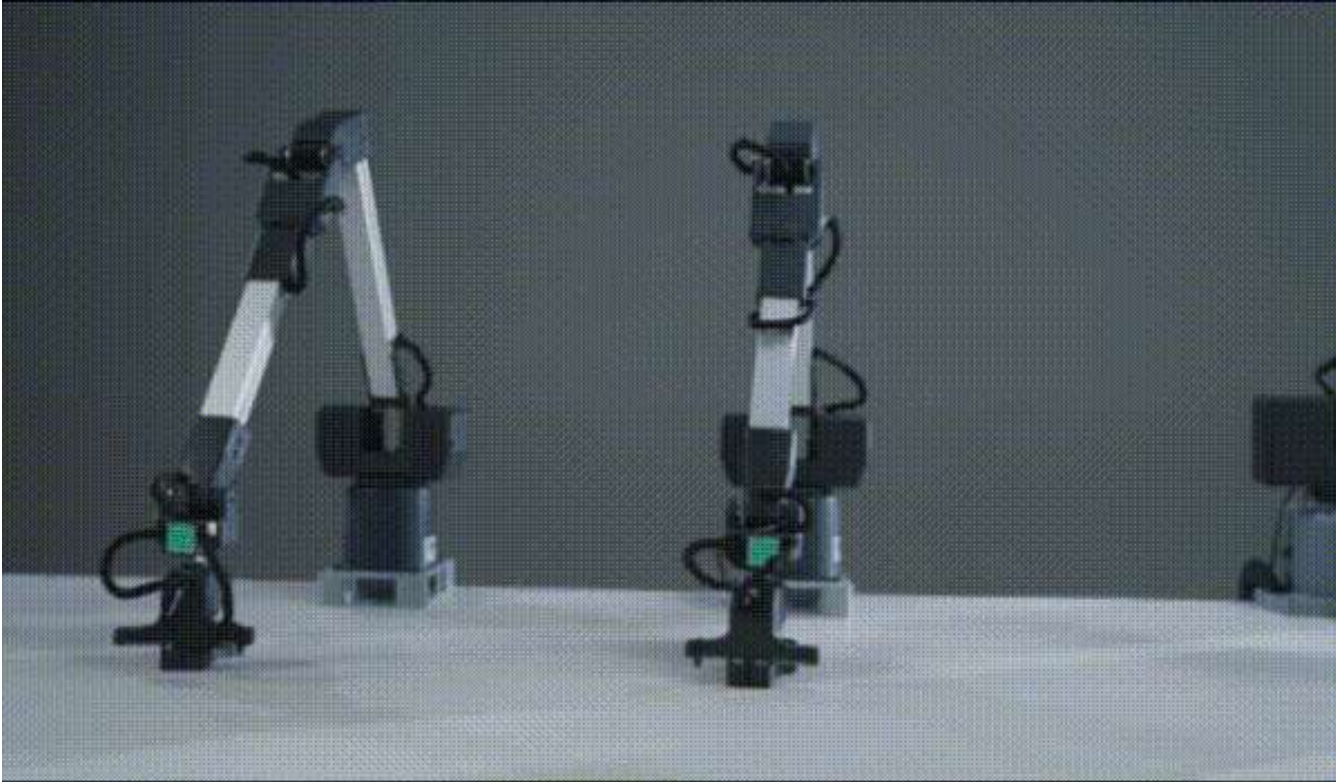
Зворотна кінематика

- Знайти кути приводів, при який положення енд-ефектора буде бажаним: $\theta = f^{-1}(x_d)$





Телеоперування



Телеоперування



Нейронні мережі для керування

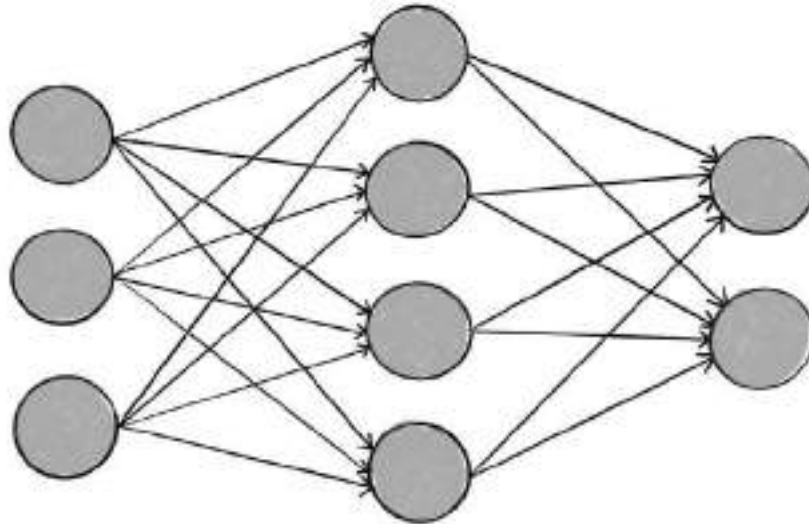
x або s - стан

o - спостереження

u або a - дія



0.3	0.2	0.3
0.3	0.4	0.4
1.2	1.0	1.1



0.3
0.4
1.1

Нейронні мережі для керування

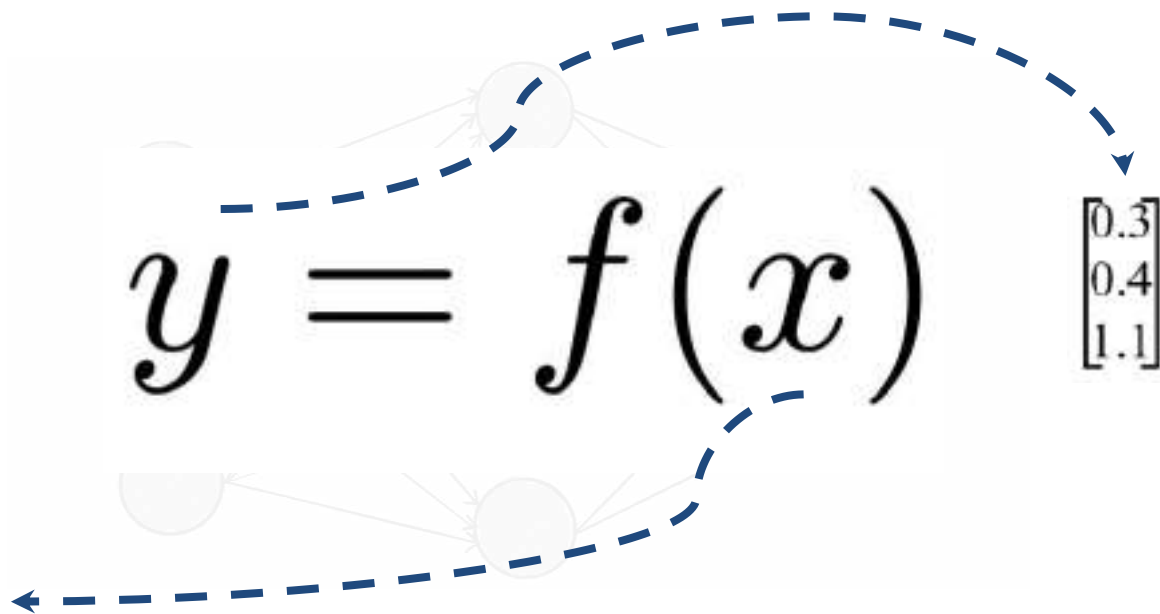
x або s - стан

u або a - дія

o - спостереження

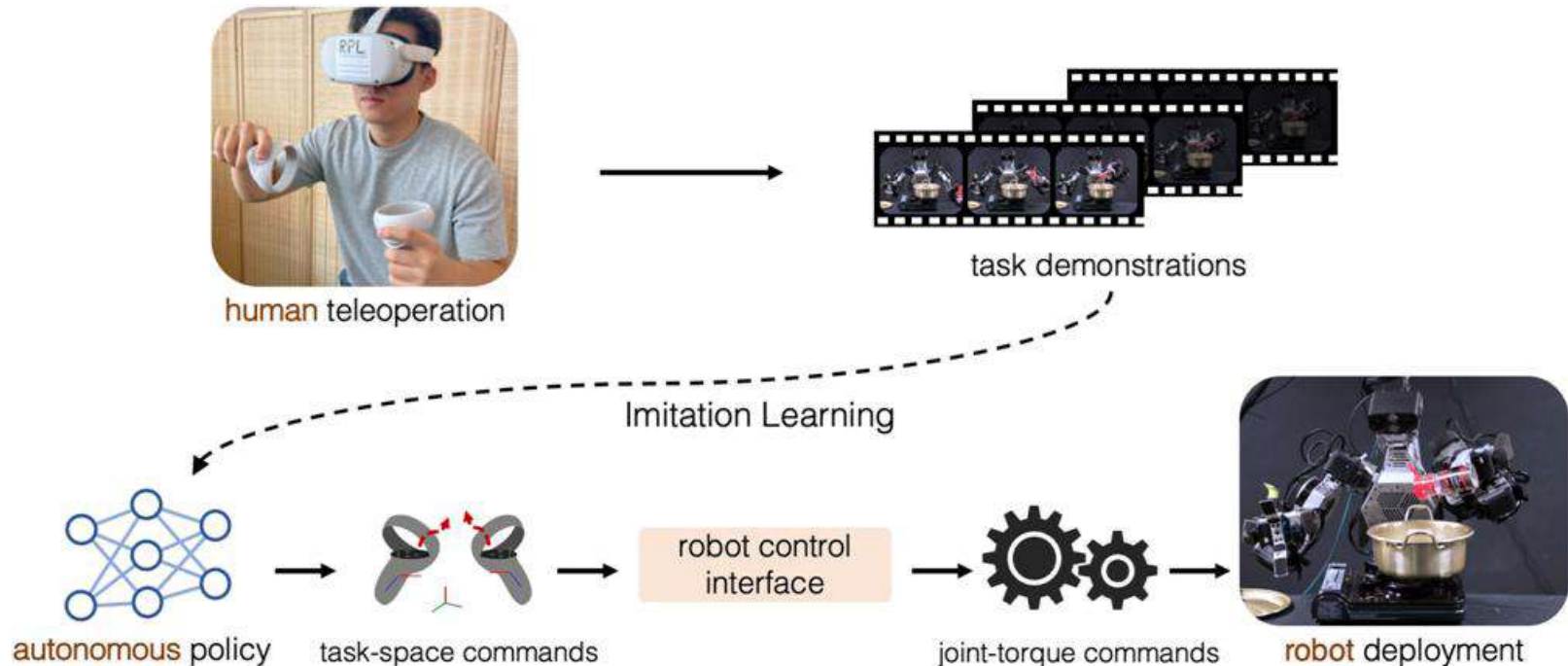


$\begin{bmatrix} 0.3 \\ 0.3 \\ 1.2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.2 \\ 0.4 \\ 1.0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.3 \\ 0.4 \\ 1.1 \end{bmatrix}$
---	---	---



Нейронні мережі для керування

Навчання імітацією



Example



universität freiburg





Autonomous-1X speed

